

足柄地域北西部における中期更新世以降の断層活動：  
プレート力学境界表層部での変形過程の例

メタデータ	言語: jpn 出版者: 公開日: 2008-01-25 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 狩野, 謙一, 染野, 誠, 上杉, 陽, 伊藤, 谷生 メールアドレス: 所属:
URL	<a href="https://doi.org/10.14945/00000281">https://doi.org/10.14945/00000281</a>

## 足柄地域北西部における中期更新世以降の断層活動

### —プレート力学境界表層部での変形過程の例—

狩野謙一\*・染野 誠\*\*・上杉 陽\*\*\*・伊藤谷生\*\*\*\*

Fault movement in the northwestern Ashigara area, central Japan,  
since the Middle Pleistocene  
—Process of superficial deformation along a mechanical plate boundary—

Ken-ichi KANO\*, Makoto SOMENO\*\*, Yo UESUGI\*\*\* and Tanio ITO\*\*\*\*

The northwestern Ashigara area, where the mechanical boundary between the Philippine Sea and North American Plates is thought to run through, has suffered a series of violent tectonism during the Quaternary. The precise analyses of faults in the area reveal that the following fault movements have occurred there under an approximately N-S trending compression since the Middle Pleistocene.

During the late Early to early to middle Middle Pleistocene, the E-W trending Kannawa thrust was active to form the fundamental geological framework that the Miocene Tanzawa Group occupies on the north and the Lower-lower Middle Pleistocene Ashigara Group on the south. The activity of the NE-SW trending Shiozawa fault system with a left-lateral and NW-downthrown normal-slip component followed during the early to middle Middle Pleistocene (about 0.5Ma) to the early Late Pleistocene (about 0.08Ma). The faulting caused the westward migration of sedimentary basin which was filled up by the voluminous coarser clastics derived from the Tanzawa Mountains on the north. The early phase of the faulting also caused the steeply dipping structures of the Lower to Middle Pleistocene beds. The slip-sense of the Shiozawa fault system changed to left-lateral with a NW-upthrown reverse-slip component at about 0.08Ma, accompanying with an overall rapid upheaval in and around the area. As well as the Shiozawa fault system, the faults of the other trends, which may be also active during the late Middle to Late Pleistocene, cut and displaced the Kannawa thrust, resulting in the formation of complicated faulted structures of this area. These faults have become inactive in the Holocene, although the overall upheaval has continued until now.

---

1988年3月22日受理

\* 静岡大学理学部地球科学教室 Institute of Geosciences, School of Science, Shizuoka University, Shizuoka, 422.

\*\* 埼玉県坂戸市伊豆の山町10-7-204 10-7-204, Izunoyama-cho, Sakado, Saitama, 350-02.

\*\*\* 都留文科大学地学教室 Geological Institute, Tsuru University, Tsuru-City, Yamanashi, 402.

\*\*\*\* 東京大学理学部地質学教室 Geological Institute, Faculty of Science, University of Tokyo, Bunkyo-ku, Tokyo, 113.

1. はじめに

北を丹沢山地，東を大磯丘陵，南を箱根火山，西を富士火山に囲まれた足柄地域(図1)周辺には，複雑に変形した第四系と，それを切る断層が密集して分布する(狩野ほか，1984)。したがってこの地域周辺は狭い範囲に複雑に発達する活断層系の形成過程や，断層運動と密接に関連して変化する古地理，火山活動と造構作用との関連などを検討するのに絶好の地域といえる。さらにこの地域は，フィリピン海プレート北東端部にある伊豆地塊と，ユーラシアプレートないしは北米プレート上にある丹沢山地との衝突境

界であるという指摘がなされてきた(杉村，1972；MATSUDA, 1978；中村・島崎，1981；NAKAMURA *et al.*, 1984；など)。もしそうならば，この地域は活動的なプレート衝突境界が陸上にあらわれた世界でもまれな例となり，そのような境界部での変形過程を解くには最適なフィールドとなる可能性を秘めている。

この地域では加藤(1910)以来多くの地質学的研究がなされてきた。それらのうち代表的なものとして津屋(1942a, b), KUNO (1951), 松島・今永(1968), 町田ほか(1975), 丹沢団体研究グループ(以下，丹沢団研) (1976)などがあげられ，これらによってこ

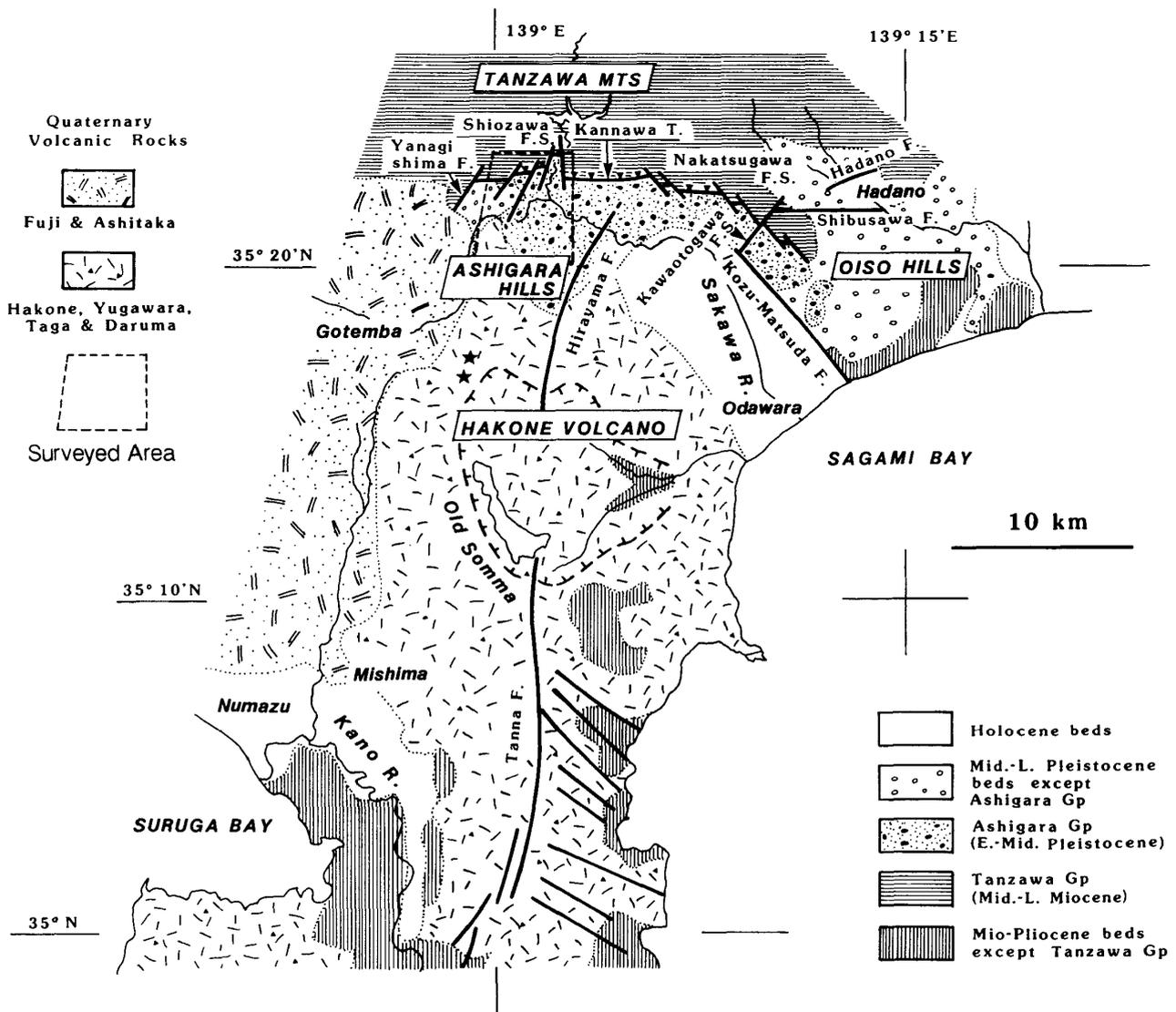


図1 調査地域位置図。  
Fig. 1. Index map.

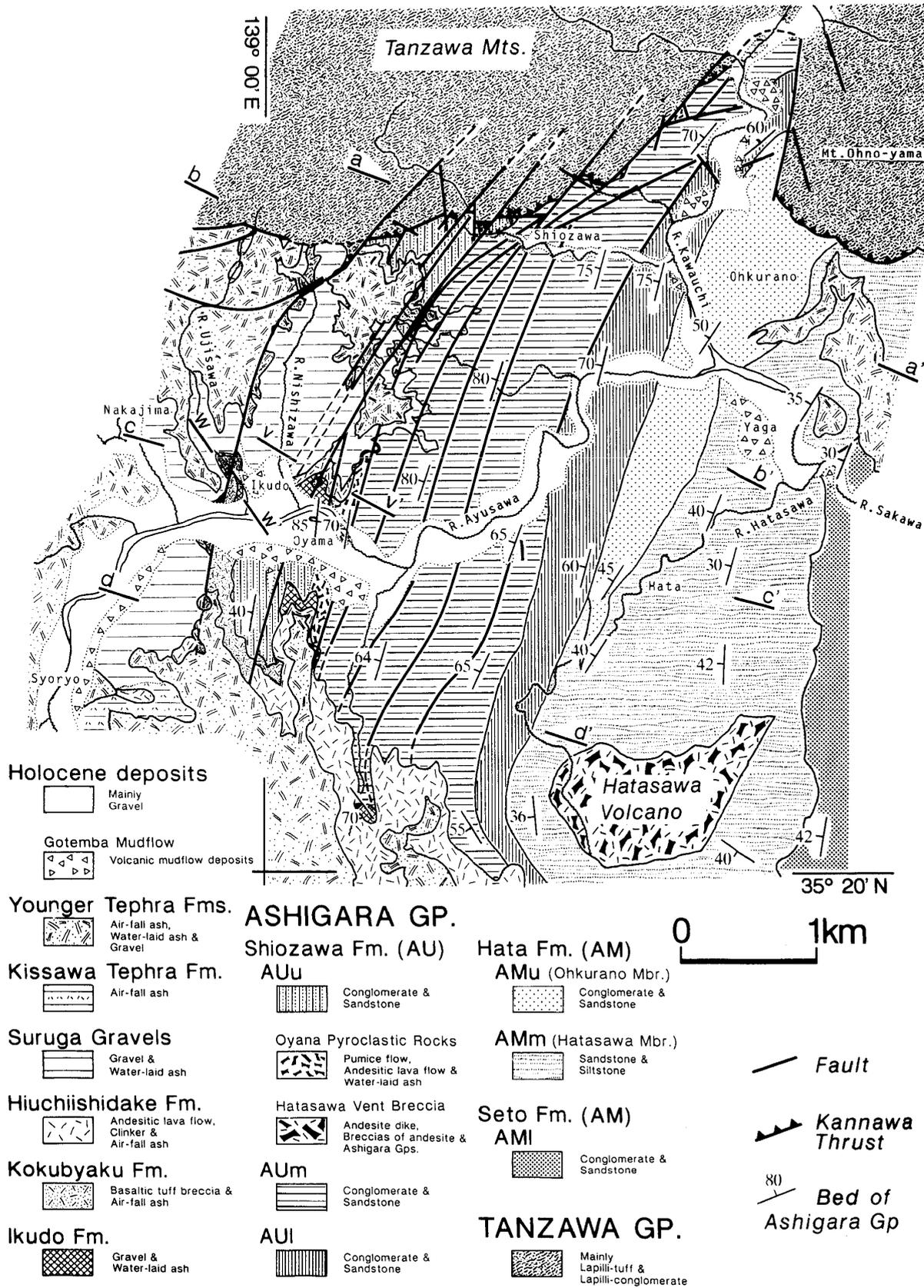


図2 足柄地域北西部の地質図。

Fig. 2. Geologic map of the northwestern Ashigara area.

の地域の地質の概要が明らかにされた。最近では、松島(1982), HUCHON & KITAZATO (1984)による古生物学的研究, HUCHON & KITAZATO (1984), ITO (1985), 足柄団体研究グループ(以下, 足柄団研) (1986a, b), 天野ほか(1986), 今永(1986)による層序学的・堆積学的・構造地質学的研究, 小山(1986)による古地磁気学的研究などがなされている。我々もこれらの研究と平行して, 1978年以来この足柄地域周辺で地質調査を行ってきた(狩野ほか, 1978, 1979, 1984; 上杉ほか, 1981a, 1981b; 伊藤ほか, 1986; ITO *et al.*, 1987; など)。本論では, この足柄地域の北西部、河内川<sup>かわうち</sup>と鮎沢川合流点付近から塩沢<sup>おやま</sup>, 小山周辺(図2)にかけて発達する断層系に焦点を絞り, その性格や活動史などについて述べ, 古地理の変遷・構造発達史の概略にふれる。より広域的な観点からみたこの地域周辺の古地理の変遷とプレート運動との係わりについてはITO *et al.* (in press)で述べる。

**謝辞:** 本論文は染野の静岡大学大学院教育学研究科修士論文(染野, 1985MS)を骨子とし, それに加筆・修正を施したものである。日本大学文理学部千葉達朗氏, 独協学園米澤 宏氏には調査に協力して戴き, 貴重な御意見を戴いた。アイ・エヌ・エー新土木研究所澤田臣啓氏にはESR年代測定でお世話になった。則竹常行, 高橋 亨, 谷角雅文氏らの都留文科大学での卒業研究資料を参考にした。静岡大学教育学部岩橋 徹教授, 日本大学文理学部小坂和夫助教授には草稿を検討して戴いた。これらの方々に感謝する。なお調査費用の一部に文部省科研費 No. 56540470 および 61460054 を使用した。

## II. 地 質 概 説

この地域の北側の丹沢山地には前～中期中新世の火山岩類を主体とする丹沢層群が広く分布し, その中心部付近にトータル岩複合岩体が貫入している。この丹沢層群は南側に分布する主として前期更新世の足柄層群と断層関係で接している。足柄層群分布域の南には中～後期更新世に活動した箱根火山が足柄層群を覆っている。地域西部には中～後期更新世の陸成層が分布し, さらに西側には後期更新世以後に

活動した富士火山の噴出物が分布する。また地域東方には主として中～後期更新世の地層よりなる大磯丘陵が, 南東方には足柄平野(酒匂川<sup>さかづ</sup>低地)が存在する。これらの地層を切ってこの地域周辺には数多くの断層が存在するが, このうち丹沢層群と足柄層群を境する神縄断層(または神縄逆断層, 神縄衝上断層)と, 大磯丘陵と足柄平野を境する国府津-松田断層とが特に著名である。さらに本地域周辺には第四紀層を変位させる渋沢断層, 平山断層, 川音川断層系, 塩沢断層系などの断層が発達する(図1)。

足柄層群も含めた本地域の第四系の調査に際しては, 岩相区分とともに, テフラを用いて同一時間面で地層を区分することに留意した。さらに, 中期更新世以前の地層については HUCHON & KITAZATO (1984)による微化石層序, 小山(1986), 本間(未公表)による古地磁気層序学に基づいて, 中期更新世以降の地層については大磯丘陵に分布する地層および周辺地域の火山活動とのテフロクロノロジーによる対比に基づいて年代を推定した(図3)。その結果, 従来の地層区分とは一部異なる結果が得られた。これらの岩相・層序についての詳細は別報で扱い(染野ほか, 準備中), 本報では概要を述べるにとどめる。

### 丹沢断層

本地域北部に分布する丹沢層群は, その最上部を占める玄武岩ないしは安山岩質溶岩を主体とする不老山玄武岩層よりなり, ほぼ東西の走向をもち, 北傾斜で逆転しているとみなされている(丹沢団研, 1976)。

### 足柄層群

丹沢層群の南に分布する足柄層群は, 南北または北西-南東方向で, 北または北西にプランジした軸を持つ背斜構造ないしは半ドーム状構造を呈し, 本地域はその西翼部にあたる。ここには同層群の中～上部層が分布し, 北北東-南南西の一般走向で, 西側上位である。下位の畑層では西傾斜45°~60°程度であるが, 上位の塩沢層では65°~90°程度となり, その一部は逆転して東に急傾斜する(図4)。塩沢層最上部では60°前後の西傾斜となる。地層は大局的には上方粗粒化, 上方浅海化を示し, 最上部は陸成層となる(HUCHON & KITAZATO, 1984; ITO, 1985)。

**畑層:** 本層は下部の畑沢砂岩泥岩互層と上部の大

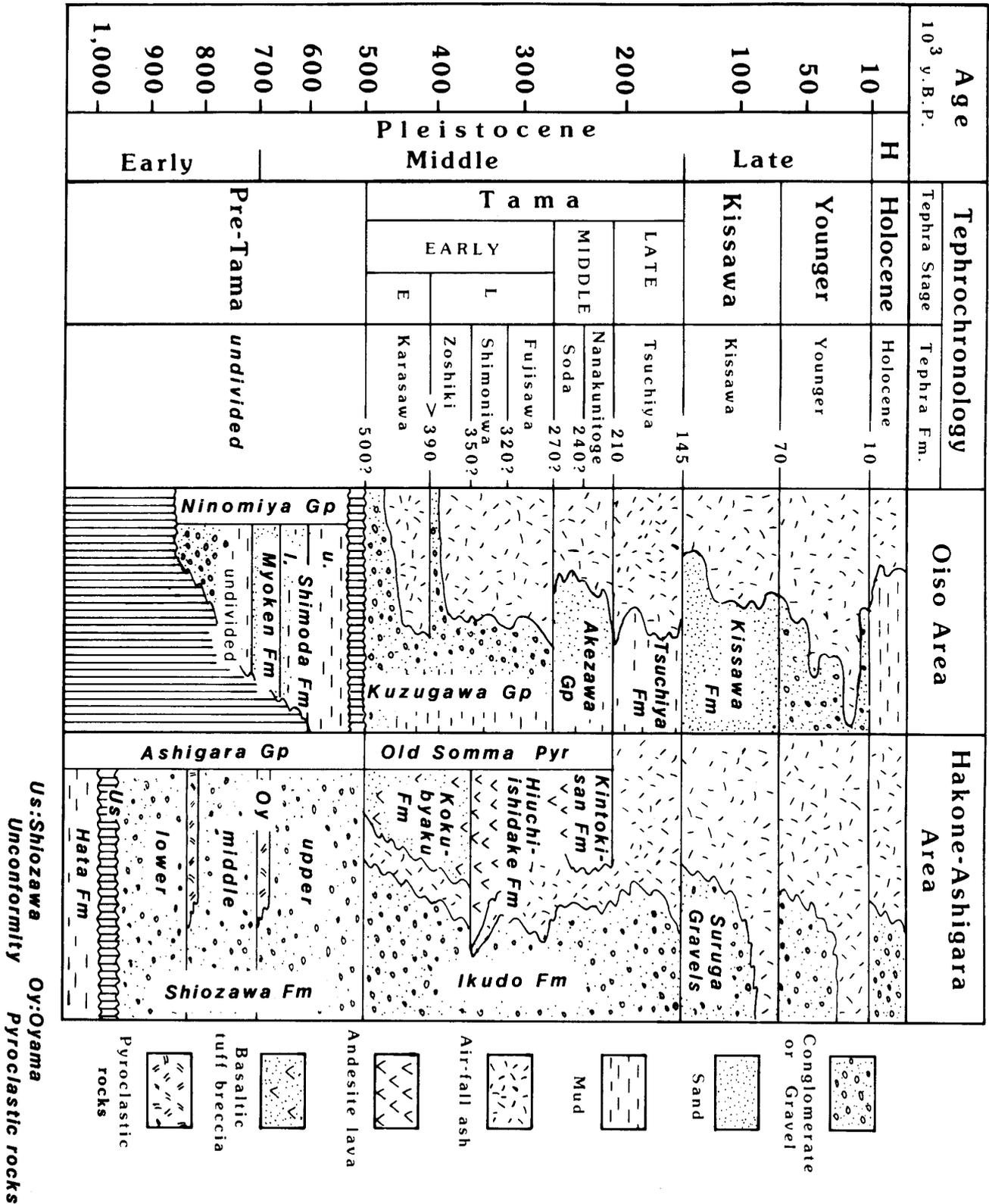


図3 層序対比表 (ITO *et al.*, in press).

Fig. 3. Correlative chart of the stratigraphic units in and around the study area (ITO *et al.*, in press).

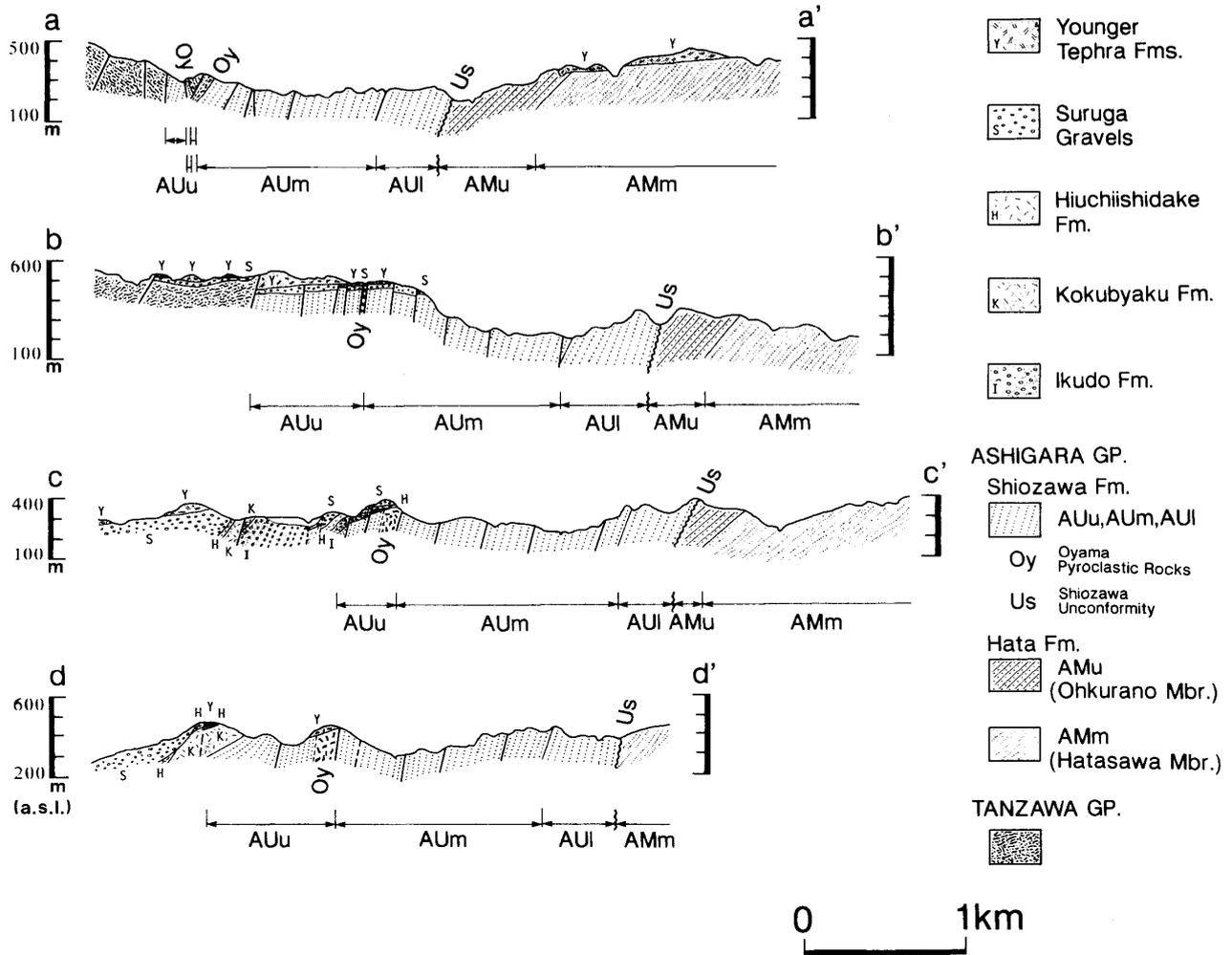


図4 足柄地域北西部の地質断面図(断面位置は図2参照).

Fig. 4. Geologic profiles of the northwestern Aghigara area (see location of each profile in Fig. 2).

蔵野砂岩礫岩互層に分けられ、両者は一部指交しながら整合的に重なる。前者は今永(1978, 1986)の畑砂岩泥岩互層, HUCHON & KITAZATO (1984), ITO (1985), 天野ほか(1986)の畑層, 足柄団研(1986)の畑沢累層にほぼ相当し、大陸斜面上の堆積物と考えられる (HUCHON & KITAZATO, 1984; ITO, 1985). 後者は今永(1978, 1986), HUCHON & KITAZATO (1984), ITO (1985)の塩沢層の最下部, 足柄団研(1986a)の塩沢層下部層の下部にほぼ相当し、内湾環境の堆積物と考えられる (ITO, 1985).

**塩沢層:** 本層は丹沢山地起源の礫をもつ礫岩層を主体とする地層で、下位の畑層に斜交不整合(塩沢不整合)で重なる。今永(1978, 1986), HUCHON & KITAZATO (1984), ITO (1985)の塩沢層のうちその

最下部を除いた部分、足柄団研(1986)の塩沢層下部層の上部および同中・上部層にほぼ相当する。本層下部層は内湾環境での堆積物、同中部層はファンデルタの堆積物と考えられる(松島, 1982; HUCHON & KITAZATO, 1984; ITO, 1985). 同上部層は不淘汰礫層を主体とする三角州平野の陸成堆積物 (ITO, 1985) からなり、その最下部に火砕岩層(小山火砕岩)をはさむ。狩野ほか(1984), 伊藤ほか(1986)ではこの上部層を小山巨礫層と呼んだ。

従来鮮新統として扱われてきた足柄層群は、最近の研究により下部更新統を主体とする地層であることが明確になった。本地域内では、畑層がナンノゾーンのCN14aとされている (HUCHON & KITAZATO, 1984). 畑層から塩沢層中部層が逆帯磁し同上

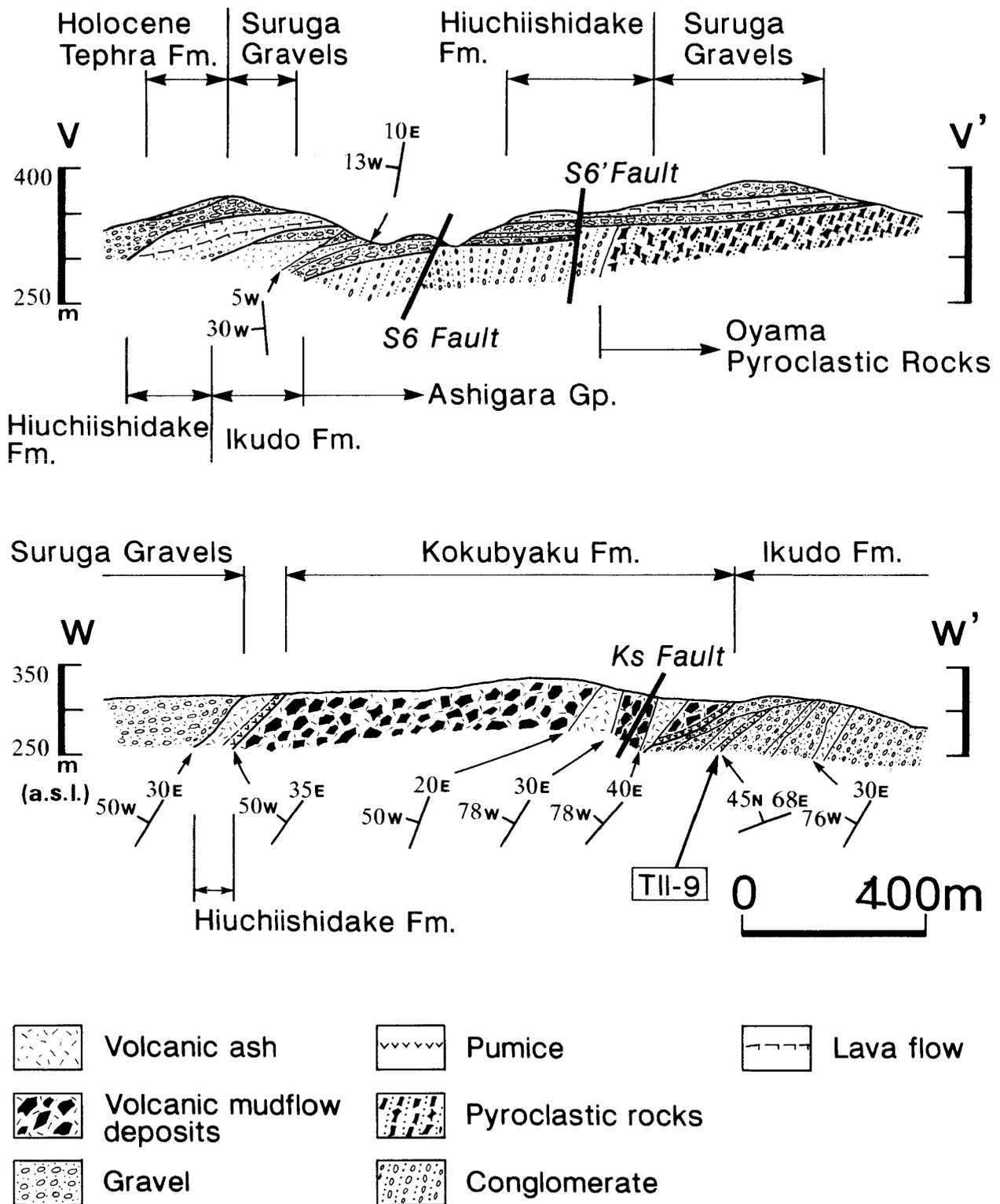


図5 生土-小山付近の模式断面図(断面位置は図2参照).

Fig. 5. Schematic profiles around Ikudo and Oyama (see location of each profile in Fig. 2).

部層は正帯磁する(小山, 1986)。また, 塩沢層下部層上部は正帯磁(本間, 未公表)している。これらから, 畑層から塩沢層中部層が Matuyama 逆磁極期の, 塩沢層下部層上部が Jaramillo 亜期の堆積物であり, 同上部層は Brunhes 正磁極期の堆積物と考えられる。

### 足柄層群を覆う新期の地層

足柄層群を覆って地域西部に分布する中～上部更新統のうち, 丹沢山地起源の礫をもつ河成礫層およびテフラ累層は, 町田ほか(1975)により駿河礫層として一括して扱われてきた。この地層はテフロクロノロジーにもとづく対比から次のように大きく3区分できる(図3)。すなわち, ①多摩ローム層期の箱根古期外輪山起源のテフラ・溶岩などからなる火打石岳および黒白層, およびそれらと指交し最下部に約40万年前の広域テフラの T11-9 (町田ほか(1985)の TE-5)を挟在する生土層, ②主として箱根新期外輪山起源のテフラよりなる吉沢ローム層, およびそれと指交し上部に約8万年前の木曾御岳第一パミス(Pm-1)を挟み, 最上部は風成～半水成のテフラ群に移化する駿河礫層, ③主として古富士火山起源のテフラよりなる新期ローム層, およびそれと指交する砂礫層である。

生土層から駿河礫層にかけては中角に西へ傾く不整合面を多数もつ堆積構造が顕著に認められる。生土～小山付近で見られる例を模式的に図5に示す。V-V'断面東部においては生土層から駿河礫層までの地層が足柄層群を平坦な不整合面をもつ傾斜不整合で覆うが, 同西部では生土層は下位の足柄層群塩沢層上部層の構造とほぼ調和的な北北東-南南西の走向を持ち, 西に10~30°傾斜する。それより上位の地層は下位の地層を次々と不整合で切りながらより新期の地層ほど西側に分布するようになる。これより南西方のW-W'断面では生土層から火打石岳層までの地層が西に60°前後傾斜し, これを不整合に覆って西に低角度に傾斜する駿河礫層が分布する。

新期ローム層期の地層は地域により大きく岩相が変わる。東部の河内川以東では, 前述した足柄層群と駿河礫層との不整合面とほぼ同高度の等高性山稜上に4万年以降の風成テフラ層が分布し, それ以前の地層は見られない。中部地域では, 最下部に小原

台パミス(OP)を挟むほか, 約4万年前までの風成テフラ層が分布するが, それ以降の地層は見られない。地域西部の西沢川から生土付近では, 約4万年前までの水成テフラ層および砂礫層が堆積し, それ以後の地層は見られない。さらに西部の中島付近では, 約2万年前までは水成テフラ層および砂礫層が堆積し, それ以降は風成テフラ層となる。これらから, 地域の東部ではより早い時期に離水し, 西部ほどより新期まで堆積盆が残存したことがうかがわれる。なお, 地質図(図2, 7など)では, 後述する断層系の解析の都合から, 中部地域にかぎり駿河礫層最上部の風成～半水成ローム層(吉沢ローム層最上部)も便宜上新期ローム層に含めて作図した。

## III. 断層系の解析法

### 丹沢-足柄層群中の断層系の解析

従来, 神縄断層は本地域の西部において, 西方に延長するもの(Kn断層)と南西に延長するもの(Ks断層)との2つに枝分かれするとされたほかは, 地域東部からその東側にかけては丹沢層群と足柄層群を境する単一の逆断層として扱われていた(津屋, 1942b; KUNO, 1951; 松島・今永, 1968; 町田ほか, 1975; など)。それに対して星野・長谷(1977)は本地域の東部で, 佐藤(1976)はその東方の中津川下流域で, 両層群の境界が単一の逆断層ではなく, 古期の逆断層とそれを切る新期の横すべり断層との組み合わせであることを明らかにした。その後, 研究者により評価は異なるが, 両層群の境界は性格の異なるいくつかの断層よりなることが確認されてきた(狩野ほか, 1978, 1979; 上杉ほか, 1981b; HUCHON & KITAZATO, 1984; ITO, 1985; 足柄団研, 1986a; 天野ほか, 1986)。この結果は“神縄断層”の西端部のみで得られたPm-1堆積以後の垂直変位量(町田ほか, 1975)によるこの地域周辺のテクトニックな議論を再検討する必要があることを示唆している。

一方, 両層群の境界部は従来どおり一列の逆断層(神縄断層)であるとし, 北西方向の圧縮応力場で活動してきたとする考え(今永, 1985)もあるが, この考えは以下のような点で不都合である。すなわち, ①丹沢層群と足柄層群の境界のトレースが屈曲する

ことや、河内川付近の“足柄突出構造”(星野, 1984)の形成を説明できない。②後述する Ks 断層に代表される北東-南西方向の高角断層はその走向と直交する北西方向の圧縮応力場ではロックしてしまう。③新期と思われる断層の多くが垂直移動成分と同等か、それを上回る水平移動成分の存在を示す断層条

線を持つことを説明できない。

我々の今回の調査では、狩野ほか(1978, 1979), 上杉ほか(1981b)の結果を再検討し、断層の方向性、運動センス、破碎様式、断層相互の切断関係などを総合的に判断してつぎの6群に断層を区分した。それらは、1, 神縄衝上断層 (KT); 2, E-W 神縄右横

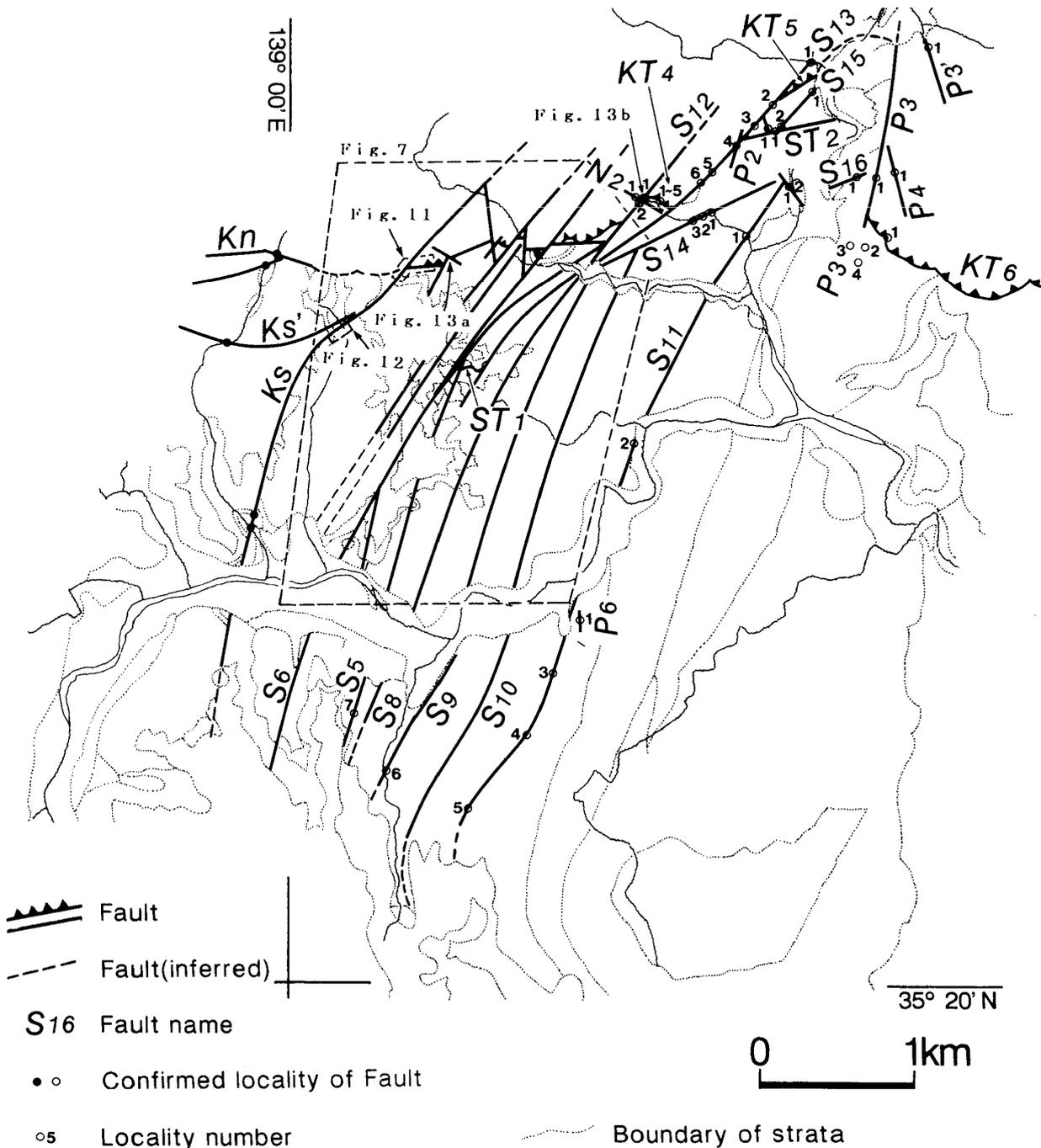


図6 断層名および断層露頭確認地点(その1)。

Fig. 6. Fault names and the locations where the faults are exposed (1).

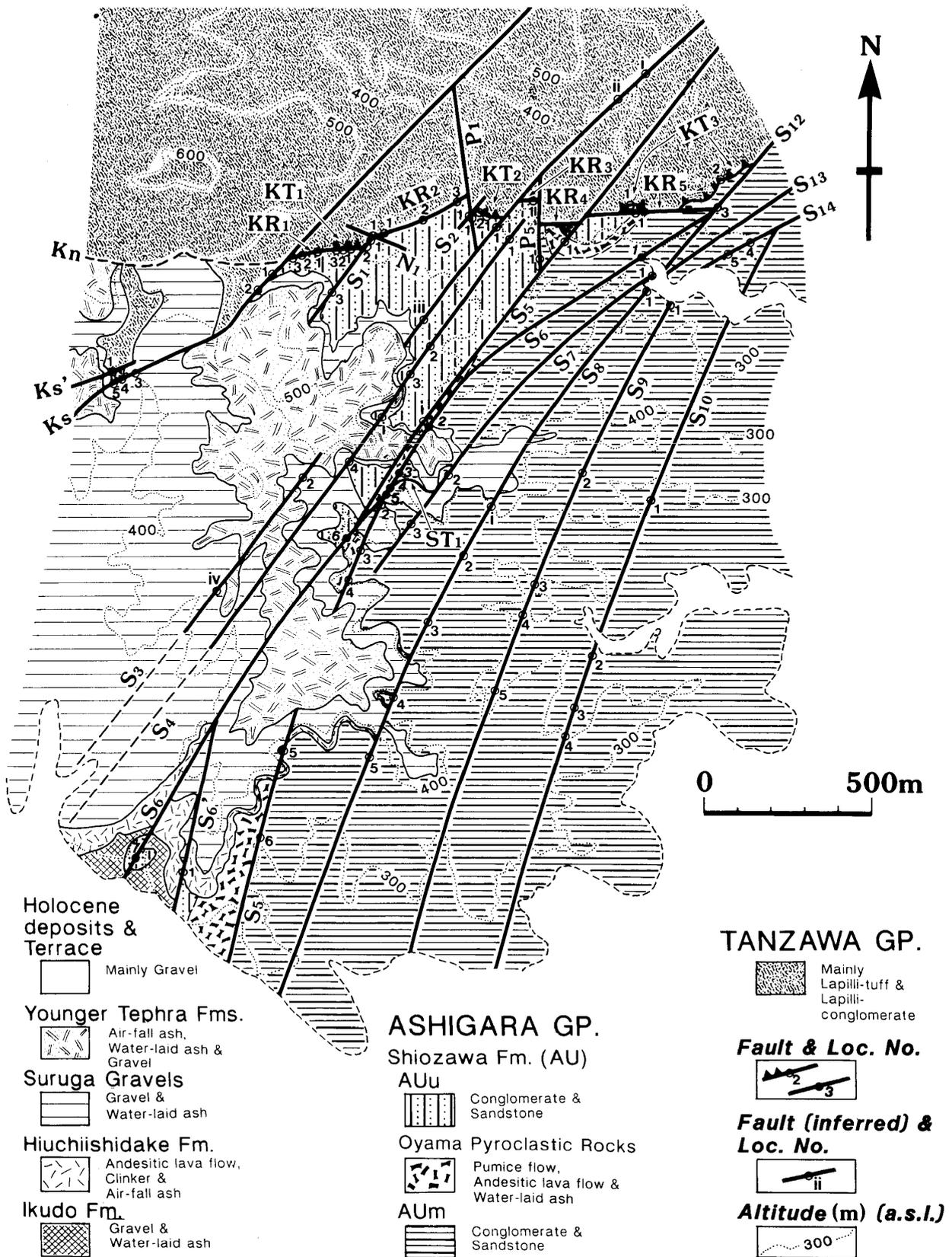


図7 断層名および断層露頭確認地点(その2).

Fig. 6. Fault names and the locations where the faults are exposed (2).

すべり断層(KR)；3. NE-SW 塩沢左横すべり断層系(Ks, KS', S)；4. 塩沢衝上断層(ST)；5. N-S 右横すべり断層系(P)；6. NW-SE 右横すべり断層系(N)である。実際に丹沢層群と足柄層群もしくは駿河礫層との境界が複数の断層の組み合わせであることを示す露頭が後述する数地点(図11, 12, 13)で発見された。しかしながら、このように露頭で直接断層の切り合い関係がみられる場合は少ない。図11の例では東側の断層は80m以上にわたって固結した断層ガウジと傾斜すべりを示す条線をもつが、西側の断層は高角で、角礫およびガウジの集合体からなる未固結破碎帯と水平すべりを示す条線をもつ。一見連続するような断層ではあるが、ここでは別系統の断層として分類し、前者を神縄衝上断層のKT1断層、後者をE-W 神縄右横すべり断層のKR1断層とした。このような断層の枝分かれや合流、引きずり、破碎帯の形成史などを考えると、断層の区分にはまだ問題点も多い。断面層の確認地点を図6, 7, 11に、そこで得られた断層面の性状を付録1に示す。

#### 未固結層中の断層の位置の認定

地質図(図2)では、急傾斜の断層のいくつかが新期ローム層や駿河礫層などをシャープに切断しているように表現してある。しかし、実際にはこれらの固結が進んでいない地層中では、小断層が密集して発達したり、撓曲構造として現われる場合がほとんどである。特に未固結の礫層内では礫の回転と基質の移動を伴って断層変位が進行し、明瞭な剪断面を形成しない場合が多い。このような現象は本地域の東方の大磯丘陵でもよく観察され(上杉ほか, 1983)、未固結層中での断層運動に伴うごく一般的な現象といえる。さらに、これらの地層の分布域は植生に覆われ、大露頭に乏しい。このため以下のような方法で未固結層を変位させる断層の存在を推定した。

この地域には同じ第四紀層であるが、新期ローム層や駿河礫層などを被覆層とするならば、足柄層群はこれに対する基盤にあたる。まず基盤中の断層を2千分の1から千分の1程度のルートマップを作りながら調査する。特に重要な部分については5百分の1程度のルートマップを作成した(図11)。次に近隣の三角点を基準として、長さ2mの測量用ポール

とハンドレベルを用いて足柄層群と火打石岳層、黒白層または生土層との不整合面(IB面)、足柄層群または丹沢層群と駿河礫層との不整合面(SB面)、駿河礫層と新期ローム層の境界面(YB面)、およびPm-1などの高度を求めた。ただし、中部地域でYB面とした面は前述した駿河礫層最上部の風成～半水成ローム層(吉沢ローム層最上部)の基底部にあたる。この作業は、基盤および被覆層の両者とも分布する西沢川の東方の南北方向の尾根付近では小さな枝沢を含め、沢のほぼすべてに及んだ(図8)。この尾根付近に分布する生土層・駿河礫層は露頭で見るとほぼ水平に堆積しており、不整合面(IB面, SB面)もほぼ平坦である。ところが、これら不整合面が近接した露頭間で大きな高度差をもつ部分がある。この部分の多くはその付近の基盤中の断層面の延長上にあたるので、この高度差を断層変位によるものと判断し、その地点を断層通過位置として図2, 6, 7, 8a, 8bに表現した。同様にしてYB面およびPm-1の分布高度差も断層の通過位置を示唆するものとして利用した(図8c)。ただし、この方法ではほぼ水平な層理面を切る水平移動成分の大きい断層は認定できない。

#### 古応力場の推定

古応力場の推定には、共役小断層セットや岩脈を用いた解析法が一般的である。本地域周辺ではHUCHON & KITAZATO (1984) や天野ほか(1986)がこの方法で足柄層群堆積以後の古応力場を推定しているが、現在にいたる応力場の変遷を明らかにするには不十分である。この地域には異なる地層の境界をなす断層群が認められ、地層および断層相互の切断関係から、おおむねその活動時期を限定することができる。そこでこれらの断層を利用して、以下のように古応力場を解析することを試みた。

図9に示す断層面上に水平面から45°北にピッチする断層条線がついていたとする。この条線は、この断層が左横すべり逆断層、あるいは右横すべり正断層のいずれかであることを示す。圧縮を正にとり、最大、中間、最小圧縮応力軸をそれぞれ $\sigma_1$ ,  $\sigma_2$ ,  $\sigma_3$ とすると、断層面上で条線と90°の方向に $\sigma_2$ が、 $\sigma_1$ と $\sigma_3$ は $\sigma_2$ を極とする大円上に存在する。ここで内部摩擦角説から、この断層が左横すべり逆断層ならば

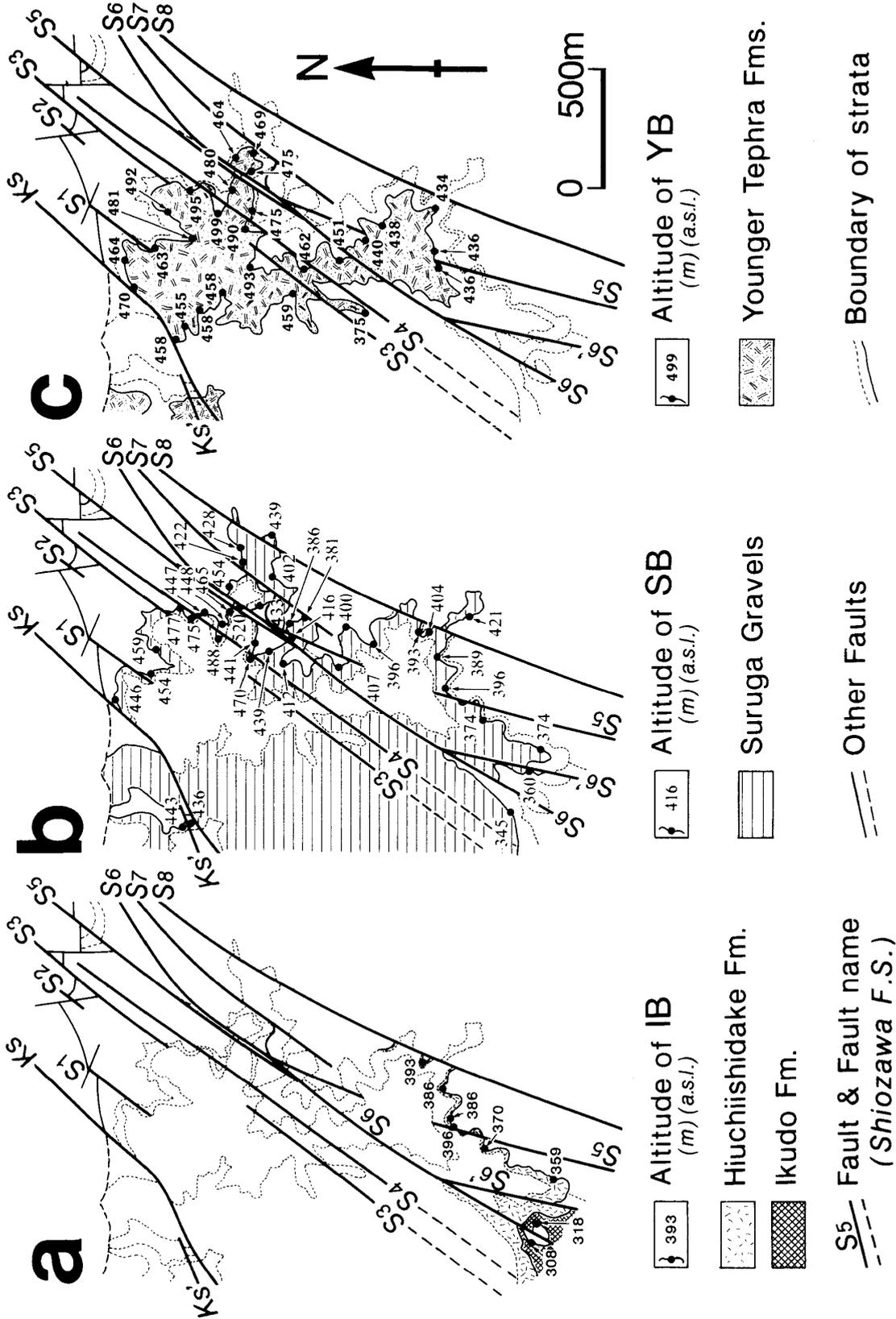


図8 a: 足柄層群と火打石岳層、黒白層または生土層との不整合面(IB面)の高度分布図, b: 足柄層群または丹沢層群と駿河礫層との不整合面(SB面)の高度分布図, c: 駿河礫層と新期ローム層との境界面(YB面)の高度分布図。

Fig. 8. Maps showing the distributions of key-surfaces. a: distribution of the unconformity surface between the Ashigara Group and Hiuchiishidake Formation, Kokubiyaku Formation, or Suruga Gravel (IB Surface), b: distribution of the unconformity surface between the Tanzawa or Ashigara Groups and the Suruga Gravel (SB surface), c: distribution of the boundary surface between the Suruga Gravel and Younger-Tephra Formation.

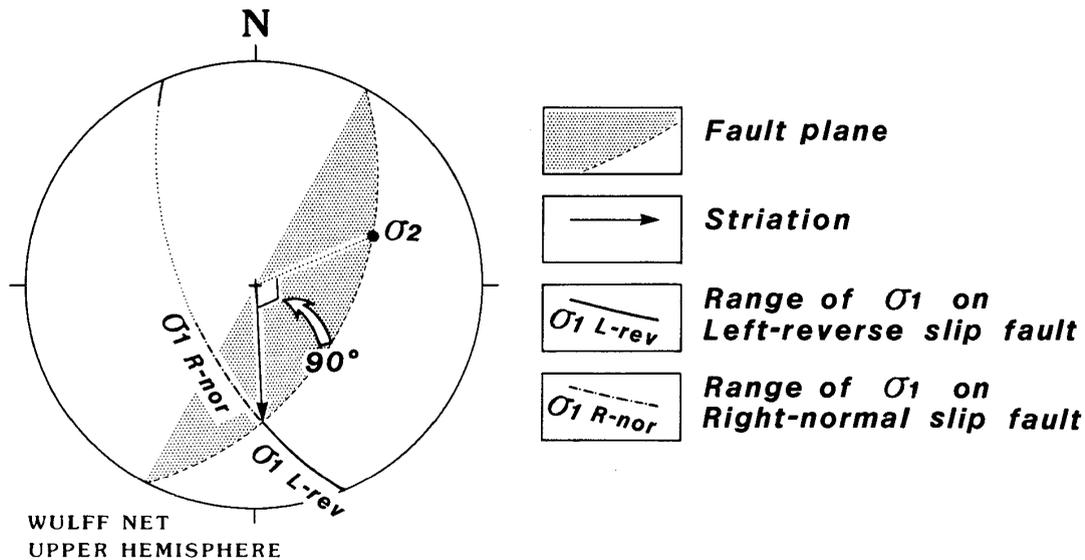


図9 古応力場推定方法(詳細は本文参照)。  
 Fig. 9. Evaluating method of paleo-stress field (see explanation in the text).

条線を含んで  $\sigma_2$  を極とする大円上の南東方向  $45^\circ$  以内に、右横すべり正断層ならば同じく北西方向  $45^\circ$  以内に  $\sigma_1$  が存在するはずである。さらに地層の引きずりや隔離成分によって移動センスが判定できればどちらか一方に限定できる。実際には、断層が切断する地層には異方性があり、既存断層の再活動などを考えると、この方法ではかなりの誤差がでることが見込まれる。また、この方法では一地点の応力場がおおまかに推定できるだけである。そこで、できるだけ多くの地点で同系列の断層からデータを集め、 $\sigma_1$  のとりうる範囲が密集する部分を見るようにして、全域的な古応力場を推定した(図10)。

#### ESR 年代測定

本地域の計 8ヶ所において ESR 年代測定法により断層活動の年代を推定した。その結果は伊藤ほか(1983)および伊藤・澤田(1984)で簡単にのべたが、本論では試料採集地点の提示を含めてデータを再提出する(表1)。本地域では  $g=1.997$  の ESR 信号を採用した場合、既知の年代のテフラを含む地層や他の断層との切断関係から推定された断層活動の前後関係と調和的となる。

### IV. 各断層(系)の記載

#### 1. 神縄衝上断層(KT)

後述する 2~6 までの各断層の移動センスや変位量などと現在の大局的な地層分布からみて、これらの断層群が活躍する以前に、前述した足柄層群の構造を大きく切り、北に丹沢層群が南に足柄層群が分布する地層配置を作った変位量数 km 以上に及ぶ断層が想定できる。この断層を神縄衝上断層と呼ぶ。河内川の東側で北に中角度に傾く東西走向の逆断層(KT6断層)(星野・長谷, 1977)がこれに相当する。この断層は河内川以西においても東西方向に連続していたものと思われるが、より新期の断層によって寸断されており(KT1~5断層)、走向・傾斜も安定していない(付録1)。このために、断層条線から得られる応力場には一定した傾向がない(図10a)。この断層は固結した断層ガウジを伴う(狩野ほか, 1978)。

#### 2. E-W 神縄右横すべり断層(KR)

神縄衝上断層とはほぼ平行する WNW-ESE~E-W~ENE-WSW・ $65\sim 90^\circ N\sim 75^\circ S$ の走向・傾斜を有する断層である。未固結のガウジを伴う。本断層は神縄衝上断層を切るが、その他の断層からは切られる。各断層の変位量は不明である。そのうち前述した KR1断層(図11)には水平ずれや、水平:垂直 = 1:1を示す断層条線が認められ、断層近傍における足柄層群の礫の食い違いから、右横すべり成分を有することがわかる。この断層の KR1-2地点において  $13\pm 1.5, 12\pm 1.5, 13\pm 3.0 \times 10^4$  year B.P.の ESR 年

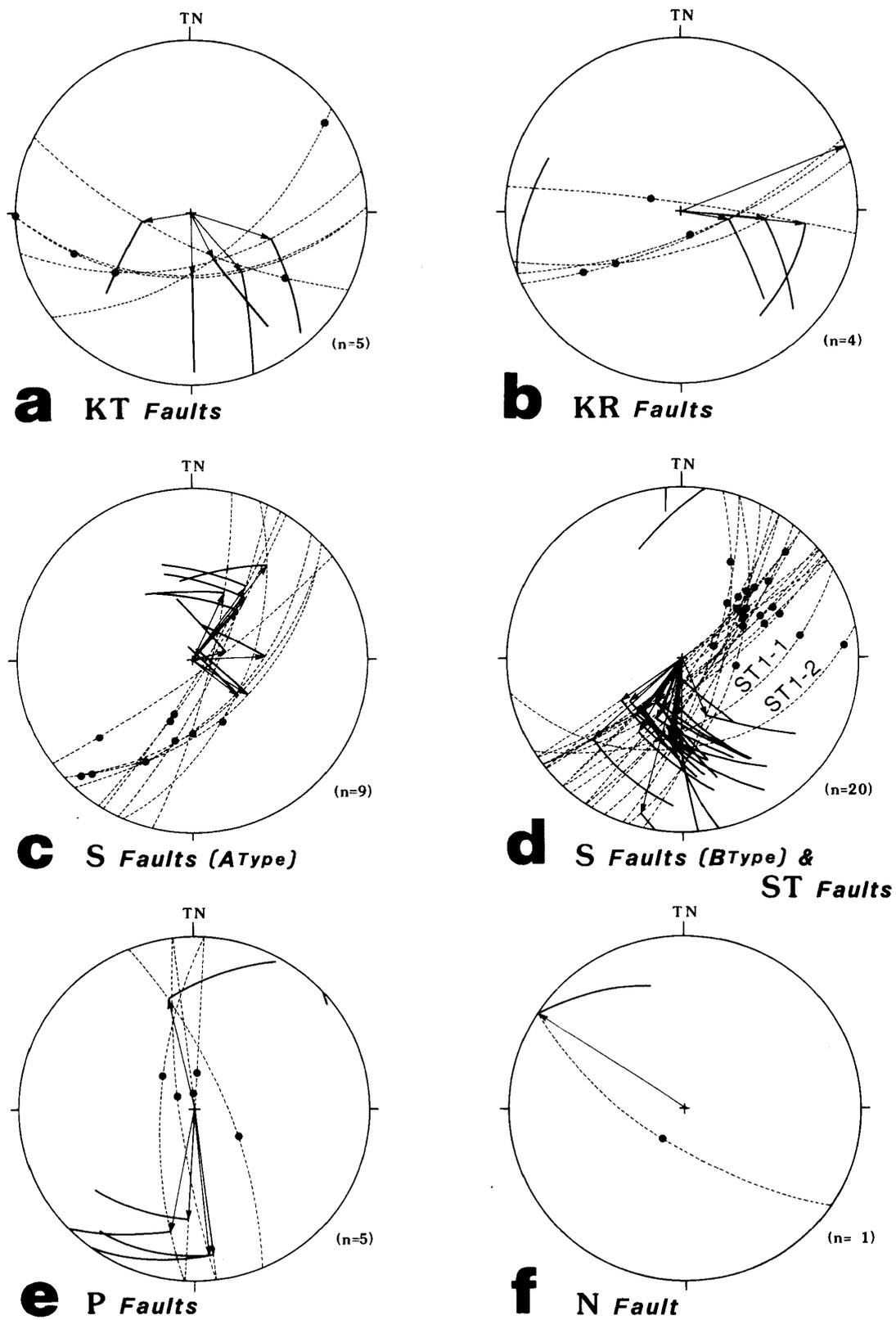


図10 各系統の断層の条線から推定される古応力場。

Fig. 10. Paleo-stress fields deduced from the striations on the fault surfaces.

表1 ESR年代測定結果。\*1:被曝放射線量,\*2:年間放射線量,\*3:ESR年代値(\*1,\*3の数値の一部を伊藤・澤田(1984)で修正),F.T.:鍵テフラ層のフィッシュトラック年代。

Table 1 Results of ESR datings. \*1: Total dose, \*2: Annual dose, \*3: ESR age (some values shown in \*2 and \*3 have already been corrected by ITO and SAWADA (1984), F.T.: Fission Track age of the marker tephra beds.

This Study		Ito <i>et al.</i> (1983)	Td(KR) *1		D *2 (mR/y)	t *3 t=Td A/D (10 <sup>4</sup> y B.P.)	Geological Inferred Age (10 <sup>4</sup> y B.P.)
Fault Name and Loc. No.	Fig. No.	Loc. No.	Td A (g=1.997)	TdB (g=2.001)			
Ks-E1	Fig. 10	S-1-w	35±7.0	73±21	68	51±10	>S-1-r
		S-1-r	5±1.0	21±8.0		7.4±1.5	<8(F.T.)
Ks-E2		S-2	10±1.0	—		15±1.5	?
Ks-4	Fig. 11	N-1-a	9±2.0	11±2.0		13±3.0	>N-1-b
		N-1-b	4±2.0	14±2.0		5.8±3.0	<6.6(F.T.)
KR1-2	Fig. 10	S-3-a	9±1.0	52±2.0		13±1.5	?
		S-3-b	8±1.0	47±2.0		12±1.5	?
		S-3-c	9±2.0	—	13±3.0	?	

代値が得られた(表1)。

この断層の条線からは北西-南東方向で北西に中～低角にプランジした $\sigma_1$ が期待される(図10b)。

### 3. NE-SW 塩沢左横すべり断層系(Ks, Ks', S)

この断層系に属する断層のほとんどはN20～60°E・75～90°Wの走向・傾斜を有し、一部に90°～75°Eの傾斜をもつものも認められる。西沢川から塩沢付近の足柄層群中では、この断層系は10m以下の間隔で平行して発達し、幅数cm～数10cmの未固結の断層ガウジをもつことが多い。このような所では最も厚いガウジをもつ断層の走向・傾斜を代表値として付録1に示し、地質図(図2, 6, 7)では一つの断層として表現した。

この塩沢断層系には、前述したIB面およびSB面を西側下降成分をもつ変位をさせYB面を変位させないもの(Aタイプ)と、YB面を西側上昇成分をもつ変位をさせるもの(Bタイプ)との2種類が認められた。断層面のほとんどが西傾斜なので、前者は正断層成分、後者は逆断層成分をもつことになる。このうち変位量が算定できる断層とその地点については図7, 8および表2に示した。両タイプの断層は必ずしも独立して存在しているわけではない。たとえば、S3断層は北部ではAタイプの、南部ではBタイプの変位を示す。S6断層ではA, B両タイプの

断層条線が認められ、層位的には大部分でBタイプの変位を示すが最南部ではAタイプの変位を示す。これはAタイプの活動をした断層面を用いてBタイプの活動がおこった可能性を示唆している。なおS9, S10, S16断層についてはどちらのタイプに属するか不明である。

#### Aタイプ

S1, S2, S3の北部, S5, S6の最南部, S6', S8断層がこれに属する。これらはSB面に15～55m程度の鉛直隔離をさせ、丹沢層群の分布を見掛け上15～70m程度左にずらしている。S5, S6最南部およびS6'断層はIB面を10～40m鉛直隔離させている。またS5断層は神縄右横すべり断層(KR4, KR5断層)を25m走向隔離させている。S14断層の一部は断層条線からみてこのタイプに属するものと思われるが、変位量は算定できない。

この断層の条線からはほぼ南-北で南に中～高角にプランジした $\sigma_1$ が期待される(図10c)。

#### Bタイプ

Ks, Ks', S3の南部, S4, S5の一部, S6, S7断層がこれに属する。一般に層理面と時計回りにやや斜交する。このうちKs断層は町田ほか(1975)では神縄逆断層の枝分かれ断層とされた。町田ほか(1975)で紹介された丹沢層群と駿河礫層とが接する露頭

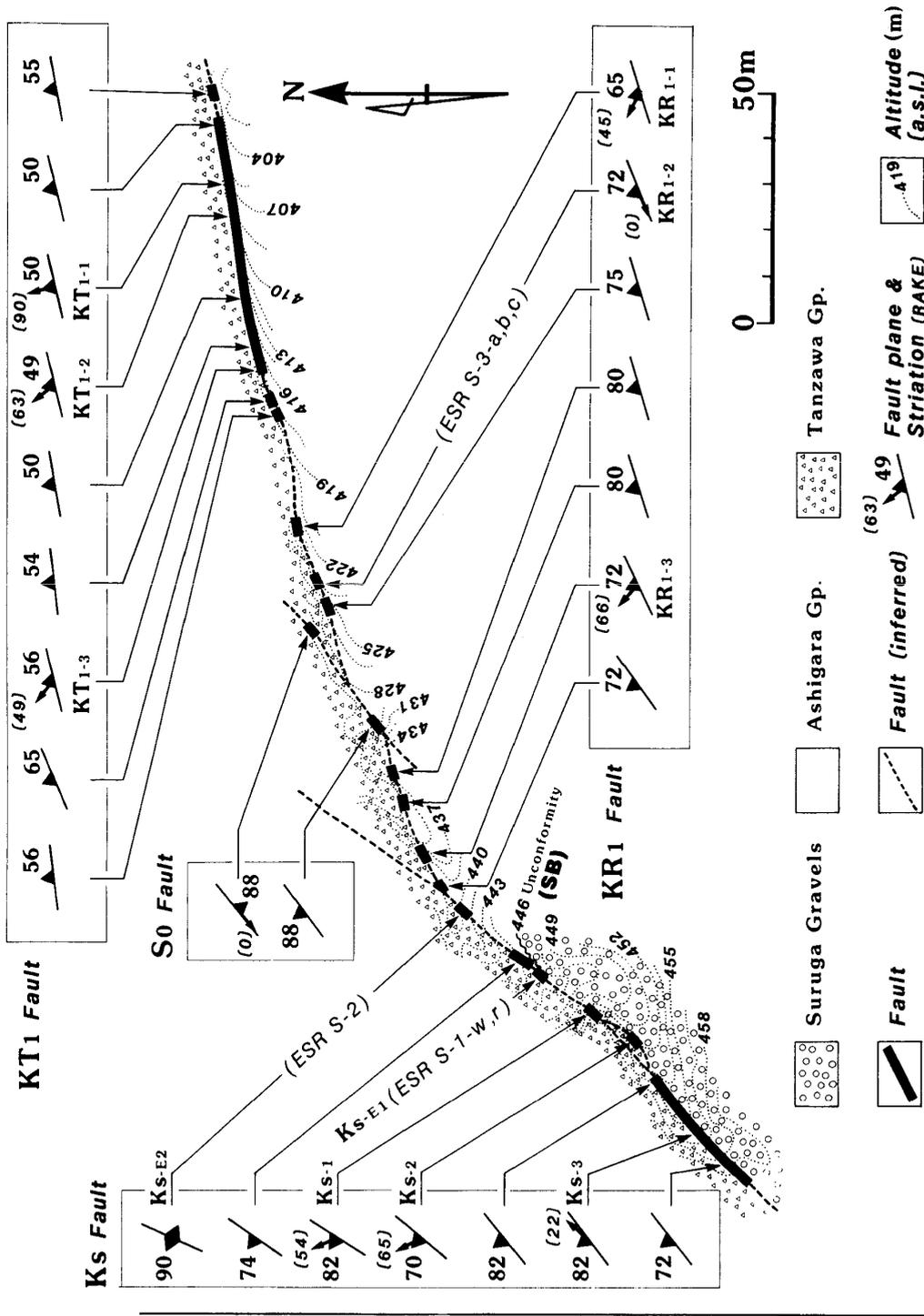


図11 所見沢上流部(位置は図6参照)のルートマップ。  
 Fig. 11. Geological traverse map along the upper reach of the Tokoromi Valley (see location in Fig. 6).

表2 塩沢断層系と塩沢衝上断層の変位量算定表。

- \*1 YB: 駿河礫層と新期ローム層との境界面, SB: 足柄層群または丹沢層群と駿河礫層との不整合面, IB: 足柄層群と火打石岳層, 黒白層, または生土累層との不整合面, AW (AN): 断層西(北)側の海拔標高 [m], AE (AS): 断層東(南)側の海拔標高 [m], VS: 鉛直隔離 [m]
- \*2 Nu: 北側上昇, Wu: 西側上昇, Wd: 西側下降
- \*3 Ss: 走向隔離 [m]
- \*4 R: 右横すべり, L: 左横すべり
- \*5 R: 右横すべり, L: 左横すべり, R-nor: 右横すべり正, R-rev: 右横すべり逆, L-nor: 左横すべり正, L-rev: 左横すべり逆, ( ): 傾斜滑り成分のセンスが不明
- \*6 厳密な意味での走向隔離ではない(本文参照)

Table 2 Displacements along the Shiozawa fault system and the Shiozawa Thrust.

\*1 YB: boundary surface between the Suruga Gravel and the Younger-Tephra Formation.

SB: unconformity surface between the Tanzawa or Ashigara Groups and the Suruga Gravel, IB: unconformity surface between the Ashigara Group, and the Hiuchiishidake Formation, Kokubyaku Formation or Suruga Gravel (IB Surface), AW(AN): Altitude in the W(N)-side of fault [m], VS: vertical separation [m]

\*2 Nu: N-side upthrown, Wu: W-side upthrown, Wd: W-side downthrown

\*3 Ss: strike separation [m]

\*4 R: right-lateral, L: left-lateral

\*5 R: right-lateral, L: left-lateral, R-nor: right-lateral with normal-slip, R-rev: right-lateral with reverse-slip, L-nor: left-lateral with normal-slip, L-rev: left-lateral with reverse-slip, ( ): dip-slip sense unknown

\*6 showing the strike separations in loose sense (see in the text)

Fault Name and Loc. No.	Vertical-separation *1									Strike-separation *3		*5 Slip	Type
	Y B			S B			I B			Separation Marker	*4 Ss		
	AW (AN)	AE (AS)	Vs *2	AW (AN)	AE (AS)	Vs *2	AW (AN)	AE (AS)	Vs *2				
Ks -2	540+	470	MIN 70Nu	540+	446	MIN 94Nu	---			Tanzawa Gp *6	400L	L-rev	B
-5	---			436	400-	MIN 36Nu	---			---	L		
Ks' -1	---			443	436	7Nu	---			---	L	L-rev	B
S1 -3	464	463	1Wu	446	454	8Wd	---			Tanzawa Gp *6	50L	L-nor	A
S2 -1b	-- Wu									Tanzawa Gp *6	15L	L-nor	A
S3 -1	---									Tanzawa Gp *6	70L	(L)	A & B
-iii	492	495	3Wd	459	477	18Wd	---			---	L		
-2	493	490	3Wu	---			---			---	L		
	493	462	31Wu	---			---			---	L-rev		
-iv	459	375	84Wu	---			---			---	L		
S4 -3	495	470+	MAX 25Wu	475	447	28Wu	---			---	L	L-rev	B
-i	499	480	19Wu	488	448	40Wu	---			---			
-4	490	475	15Wu	460	441	19Wu	---			---			
S5 -1a	-- Nd									KR4 & KR5 Faults	25L	L-nor	A & B
-i	480	478+	MAX 2Wu	465	520	55Wd	---			---			
-2	---			416	386	30Wu	---			---			
-4	440	438	2Wu	407	400	7Wu	---			---			
-5	436	436	0	374	396	22Wd	370	396	26Wd	---			
S6 -2	478+	464	MIN 13Wu	520	454	66Wu	---			---	L-rev	A & B	
-3	478+	475	MIN 3Wu	520	433	87Wu	---			---			
-5	---			439	416	23Wu	---			---			
-6	451	440	11Wu	412	407	5Wu	---			---			
-7	---			345	360	15Wd	308	318	10Wd	---			
S6' -1	---			360	374	14Wd	318	359	41Wd	---	L-nor	A	
S7 -2	469	460+	MAX 9Wu	454	422	32Wu	---			---	L-rev	B	
-3	---			433	402	31Wu	---			---			
S8 -i	---			402	439	37Wd	---			---	L-nor	A	
	---			389	421	32Wd	---			---			
S12 -1~3	-- Nu, Wu									KT3 & KT4 Faults	300L	L-rev	B
S13 -2~6	-- Nu, Wu									KT4 & KT5 Faults	1000L	L-rev	B
ST1-1	475	450+	MAX 25Nu	433	386	47Nu	---			---	L-rev	B	

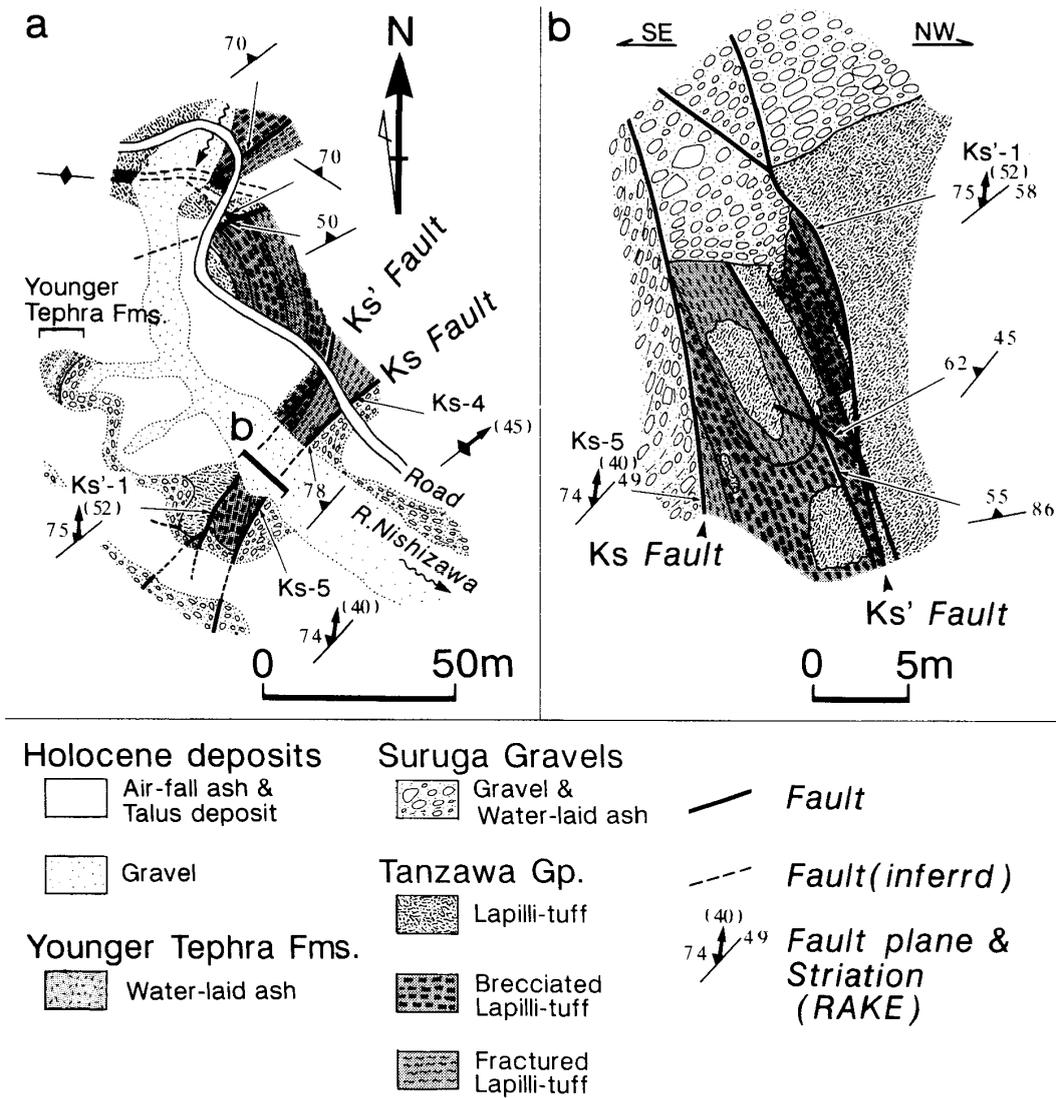


図12 a: 西沢川上流部の駿河礫層を変位させる Ks および Ks' 断層 (Ks-5 および Ks'-1 地点) 周辺の地質スケッチマップ. b: a 図 b 地点の露頭スケッチ.

Fig. 12. Geological sketch map around the Ks and Ks' faults at Locs. Ks-5 and Ks'-1 along the upper reaches of the Nishizawa River. b: outcrop sketch at Loc.b in Fig 12a.

(Ks-4 地点)では垂直：水平 = 1：1 の断層条線が認められる。また、この露頭から南西約 100m の Ks-5 地点でも同様の断層条線をもつ断層面が認められる。さらにこの露頭では、北西に約 15m へだてて Ks 断層と平行し、同様の移動センスをもつ断層 (Ks'断層)が見られる (図12)。Ks 断層は北東方に延長され、Ks-E1 地点で SB 面を、同 E2 地点付近で神縄右横

すべり断層 (KR1 断層)を切り、さらに丹沢層群中に連続している (図11)。B タイプの断層の中では、この Ks 断層の変位量、もしくは Ks'断層等の近接して並走する同系統の断層も含めた総変位量が最も大きく、駿河礫層最上部の Pm-1 の鉛直隔離成分は 90m 以上になり、町田ほか (1975) はこの値が実変位量にあたるものとみなした。この断層は見掛け上 400m

程度丹沢層群の分布を左にずらせている。この Ks 断層の 3 地点で ESR 年代値が測定された。Ks-E1 地点では、SB 面を切る破砕帯 (S-1-r) から  $7.4 \pm 1.5 \times 10^4$  year B.P. の、SB 面に覆われる破砕帯 (S-1-w) から  $51 \pm 10 \times 10^4$  year B.P. の値が得られた (伊藤・澤田(1984)の図 6 参照)。Ks-E2 地点からは  $15 \pm 1.5 \times 10^4$  year B.P. の値が、Ks-4 地点 (図 12) では  $13 \pm 3.0 \times 10^4$  year B.P. と  $5.8 \pm 3.0 \times 10^4$  year B.P. の値が得られた (表 1)。

S3 断層は YB 面に 84m, S4 断層は SB 面に 20~40m, YB 面に 20m 前後の鉛直隔離を与えている。S5 断層は大部分が A タイプの断層であるが、後述する ST1 断層付近では SB 面に最大 30m の B タイプの鉛直隔離を与えている。S6 断層は SB 面に最大 90m の、YB 面に 10m 程度の鉛直隔離を与える。S7 断層は SB 面に 30m 程度の、YB 面に 10m 程度の鉛直隔離を与える。なお、地域東部の S11, 12, 13 および 14 断層の一部は新期の地層との切断関係が不明であるが、断層条線や神縄衝上断層の変位のさせ方から見て B タイプの断層に含まれる。このうち S12 断層は神縄衝上断層の KT3, KT4 断層を 300m, S13 断層は KT4, KT5 断層を 1000m 走向隔離する。

この断層系から得られた条線のデータ数は多く、ほぼ南-北で、北に低~中角度プランジする  $\sigma_1$  をもつ (図 10d)。

4. 塩沢衝上断層 (ST)

ST1, ST2 断層がこれに属する。ST1 断層は S6 断層と S7 断層の間に存在し、 $N65 \sim 85^\circ E \cdot 48 \sim 35^\circ N$  の走向、傾斜を有し、茶色で半固結の断層ガウジをもつ。この断層は SB 面を 47m, YB 面を 25m 以上鉛直隔離させる左横すべり逆断層である (表 2)。ST2 は E-W  $\cdot 45^\circ N$  の走向・傾斜を有する足柄層群中の断層で、下盤側は幅 1m ほどにわたって破砕され、花コウ岩の礫が左横すべり変位を示すように流動・変形をしている。

5. N-S 右横すべり断層系 (P)

ほぼ南-北で  $68 \sim 90^\circ E \sim 70^\circ W$  の走向・傾斜を有する。このうち河内川の東岸で足柄層群と丹沢層群との境界をなす P3 断層 (星野・長谷, (1977) の P 断層に相当) が最大の変位量をもち、神縄衝上断層を見

かけ上 1 km 前後右横すべりに変位させている。星野・長谷 (1977) の断層確認地点 (P3-1 地点) は現在では厚く崖錐に覆われ断層面を確認できないが、この P3 断層付近の丹沢層群内には P3', P4 断層のような同系列の断層が多数見られる。P3 断層は南への連続が悪く、P3-2~4 地点付近では南北方向の小断層

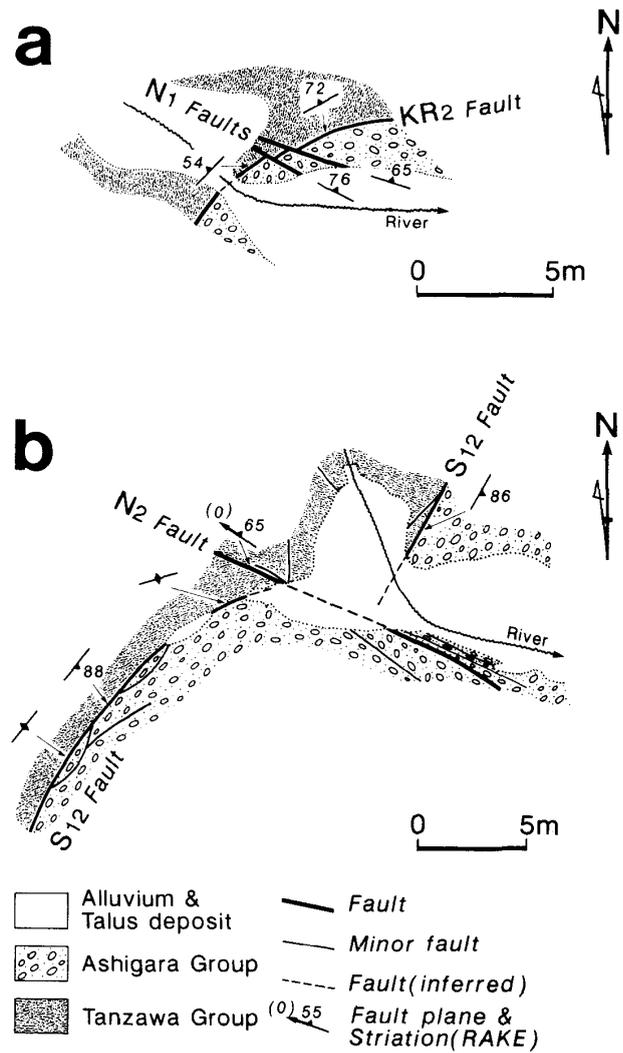


図 13 a: 神縄右横すべり断層 (KR2) とそれを小変位させる NW-SE 右横すべり断層 (N1) (N1-1 地点), b: 塩沢左横すべり断層 (S12) とそれを小変位させる NW-SE 右横すべり断層 (N2) (N2-1 地点)。

Fig. 13. a: Kannawa right-lateral fault (KR2) and the NW-SE right-lateral faults (N1) which displace the KR2 fault at Loc. N1-1, b: Shiozawa left-lateral fault (S12) and the NW-SE right-lateral fault (N2) which displaces the S12 fault at Loc. N2-1.

や、同方向の破断面が密集するが、さらに南の鮎沢川と河内川の合流点付近では破断面は認められなくなる。

P3 断層以外にも丹沢層群と足柄層群の境界付近には、南北方向で右横すべりの断層がみられる (P1, P2, P5 断層)。このうち P1 断層は丹沢層群の分布を 60m 右横すべりにずらし、P5 断層は神縄右横すべり断層 (KR3, KR4 断層) を 70m 走向隔離する。これらの活動時期は、断層周辺に新期の地層が分布していないため不明である。

この断層からは、北北東-南南西の方向で北に低角にプレンジした  $\sigma_1$  が期待される (図 10e)。

#### 6. NW-SE 右横すべり断層系 (N)

北西-南東走向で高角の断層面をもつ右横すべり断層で、本地域に見られる他系列の断層群と比較するとその変位量は 1~10m 程度と小さい。未固結の断層ガウジを伴う。N1 断層 (図 13a) は、2 つの平行する断層からなり、神縄右横すべり断層 (KR2 断層) を計 1 m ほど走向隔離する。N2 断層 (図 13b) は塩沢左横すべり断層系の S12 断層を 9m シフトさせる。N3 断層は足柄層群中の砂岩層および北東-南西方向の小断層を 1.3m 走向隔離する。

N2 断層の断層条線からは、北西-南東方向でほぼ水平の  $\sigma_1$  が推定される (図 10f)。

### V. 断層活動史

足柄層群中部の畑層畑沢砂岩泥岩互層は大陸斜面上で堆積し、その後浅海化して、上位の大蔵野砂岩礫岩互層堆積時には内湾環境になった。この畑層を斜交不整合に覆って塩沢層が堆積する。不整合形成の時期は古地磁気などからみておよそ 100 万年前頃と推定される。塩沢層堆積時には北方の丹沢山地は絶対的な上昇域に、本地域の足柄層群分布域の大部分は沈降域にあたり、丹沢山地からこの地域に大量の礫が供給される。この上昇域と沈降域を境し南に足柄層群、北に丹沢層群という現在見られるような基本的地層配置をもたらしたのが神縄衝上断層、もしくは将来神縄衝上断層に成長する断層群と考えられる。この断層はその形成時には丹沢層群の一般走向と平行する E-W 走向の断層であったと思われるが、その後

に生じた新たな断層により、切断されたり、引きずられたりして、現在見られるような不連続な状態になったのであろう。この断層の総変位量はその後活動した各断層群の変位量よりおよそ一桁以上大きく、足柄層群全体の切断量から数 km に達すると思われる。他の断層との関係からこの断層は中期更新世の後半には活動を終了していたと思われる。

塩沢層上部層最下部の小山火砕岩 (約 70 万年前以前) の給源火山は、本地域南方の畑層分布域内にある爆裂火口としての特徴をもつ畑沢火山 (図 2 の畑沢火道角礫岩) である可能性が強く (伊藤ほか, 1985), その形成に先だって畑層は地表もしくはその近くのレベルまで達していなければならない。したがって塩沢層の堆積時には畑層を含む足柄層群は褶曲ないしは傾動運動をすでに開始し、小山火砕岩の堆積時には畑層は現在とほぼ同程度の 40~60° ほど西へ傾斜した構造を有し、その一部は削剝をうけていたと推定される。すなわちこの時期には、北方の上昇域 (丹沢山地) に加え、東方にも足柄層群の褶曲ないしは傾動運動に伴う上昇域が存在したと推定される。塩沢層は垂直に近く急傾斜し、生土層から駿河礫層にかけて急激に傾斜がゆるくなる。すなわち、塩沢層の堆積域を中心とする地域は幅 2km 以上の大規模な撓曲帯として捉えることができ、塩沢層を急傾斜化させる運動は同層の堆積時から生土層堆積期の前半頃を中心としておこり、さらに駿河礫層の堆積期頃まで続いていたと思われる。

この撓曲帯の形成は西側下降成分 (正断層成分) をもつ A タイプの NE-SW 塩沢左横すべり断層系の運動を伴った可能性が大きい。この時の  $\sigma_1$  は南北方向で南に中~高角度にプレンジしていたものと思われる。同断層系の一部から得られた 51 万年前という ESR 年代値がこの古期の活動を示唆している可能性が大きい。HUCHON & KITAZATO (1984) や天野ほか (1986) が解析した足柄層群中の小断層系にはこの時期に形成されたものが含まれているであろう。ただし、彼らは北西-南東方向の水平圧縮応力場であったとしている。地層内部と地層 (あるいは地塊) 境界部では応力方向が異なっていたことが示唆される。

塩沢断層系の正断層成分をもつ運動は塩沢層の急

傾斜化に寄与したとともに、生土層から駿河礫層上部にかけての堆積作用に影響を与えた可能性が大きい。すなわち、前述した地層分布と構造から推定すると、この断層活動に影響されて、西に開いた堆積盆地の東縁が徐々に西側に移動する形で生土層から駿河礫層にかけての堆積が進行し、盆地の縁辺部では中～高角不整合面が次々に形成されていったと思われる。盆地東縁部に堆積した地層は、この移動に伴って徐々に傾斜を増し、削割されて、より新期の地層がそれらを傾斜不整合に覆ったものと思われる。

この正断層成分をもつ塩沢断層系の活動期間内に神縄衝上断層とほぼ平行する E-W 神縄右横すべり断層が、神縄衝上断層を切って、あるいはその破碎帯の一部を利用して活動するが、そのときは北西-南東方向の圧縮応力場であったほうが都合がよい。この断層は少なくとも駿河礫層堆積の前期にあたる約12～13万年前に活動したことが ESR 法により示唆される。この断層も現在は前述した正断層成分をもつ塩沢断層系に変位させられていて連続性が悪いが、形成当時は東西に比較的連続する断層であったかもしれない。

駿河礫層堆積の末期から新期ローム層堆積の初期になると塩沢断層系は A タイプの活動を終了し、西側上昇成分(逆断層成分)をもつ B タイプの活動が活発になる。ただし、S6 や S7 断層のように、SB 面の変位量が YB 面の変位量より大きいものがあることから、B タイプの活動開始時期は YB 面が形成される以前にさかのぼる。新期ローム層堆積期以降は、 $\sigma_1$  は南北方向で北に中～低角にプランジしていたものと思われる。A タイプから B タイプへの運動センスの変化は、 $\sigma_1$  と  $\sigma_2$  とがこの時期に入れ替わったことによると思われる(図9)。その解釈については ITO *et al.* (in press) で述べる。塩沢衝上断層はこの B タイプの塩沢断層系と同一の応力場で形成し得る断層であることから、塩沢断層系の活動に伴うスラストシアー断層と思われる。この塩沢断層系の逆断層成分をもつ活動により、駿河礫層・新期ローム層の堆積盆は離水段化した。同断層分布域内には約4万年前までのテフラしか存在しないために、その活動時期の上限は不明確である。ところで、この塩沢断層系と同系列の断層と思われる本地域東方の

平山断層(図1)は、2.15万年前から1万年前の間に少なくとも4回の活動があったが、完新世には殆ど静止している(ITO *et al.*, 1987)。このことから類推すると、塩沢断層系は1万年前頃までは活動していた可能性がある。

N-S 右横すべり断層の活動時期は不明であるが、断層(系)相互の関係から B タイプの塩沢断層系の活動期間内に活動している可能性が大きい。星野・長谷(1977)・星野(1984)は塩沢断層系とこの N-S 右横すべり断層とが北北東-南南西方向の圧縮応力場で活動した共役断層系とし、それらの中で最大の変位量をもつ断層(S13 と P3 断層)が存在する河内川付近では足柄層群が丹沢層群中に突出したような構造(足柄突出構造)が形成されたとした。しかし、両者の断層条線から示唆される応力配置は、 $\sigma_1$  の方向に有意な差はないものの  $\sigma_2$  の方向が異なるので(図10d vs. 10e)、両者が共役断層である可能性は少ない。大局的には南北圧縮であろうが、やや不安定な応力場に支配されて、ある期間に塩沢断層系が、またある期間に N-S 右横すべり断層が活動したのであろう。NW-SE 右横すべり断層は塩沢断層系を切るもので、最新期に活動した可能性があるが、その変位量は前述した断層群の変位量に比べれば少なく、本地域には大きな影響を与えていない。

後期更新世までに活発な断層運動があったにもかかわらず、現在この地域には明瞭な断層変位地形が存在しない(町田ほか, 1975; 狩野ほか, 1980)。また、本地域内では完新世に入ってから断層運動を示す地質学的証拠は現在までに得られていない。東方の平山断層の活動も完新世では不活発になる(ITO *et al.*, 1987)。ところが、駿河礫層・新期ローム層分布地域は丹沢層群・足柄層群分布地域とほぼ同様に深く解析され、小谷の発達した丘陵状地形を呈している。また東方の瀬戸付近では酒匂川の激しい下刻のために古い段丘は消失し、ほぼ2500年前以降の河成礫層(御殿場泥流)上面が現河床から5～7m上方にある。通常この時期の河岸段丘は、これほどの高度にはない。したがって、後期更新世の後期以降にこの地域は活発な断層活動をとまわずに、地域周辺の全般的隆起が進行していったものと考えられる。この隆起に伴う浸食作用により、それ以前に形成さ

れた断層変位地形が保存されなかったものと思われる(狩野ほか, 1980)。

## VI. おわりに

本論では足柄地域北西部に発達する断層系を中心とした調査結果を述べ、古地理の変遷と関連させて中期更新世以降の断層活動史をまとめた。その結果は以下のように要約できる。

- (1) 本地域には第四紀層を切る多くの断層が発達するが、それらは方向性、変位センス、活動時期などから、いくつかの断層(系)に区分できる。
- (2) 中期更新世(おそらくはその前半)頃までに活動したと思われる東西方向の神縄衝上断層の変位によって、北に中新統の丹沢層群が、南に主として下部更新統の足柄層群が分布する本地域の基本的な地質学的枠組みが形成された。
- (3) 中期更新世から後期更新世の前半にかけて西側下降成分をもつ北東-南西方向の塩沢左横すべり断層が活動した。この活動は足柄層群上部層の急傾斜化に寄与するとともに、西に開いた堆積盆地の東縁を徐々に西側に移動させ、足柄層群上部層から後期更新世前半までの地層(生土層、駿河礫層)の堆積を支配した。
- (4) 後期更新世には西側上昇成分をもつ塩沢左横すべり断層系の活動が活発となり、この活動に伴って駿河礫層・新期ローム層を堆積させた本地域西部の堆積盆は離水段化した。
- (5) 塩沢断層系の活動期間内のある時期に東西方向の右横すべり断層や、南北方向の右横すべり断層が活動した。
- (6) 以上の断層(系)は、大局的には南北方向の圧縮場ではあるが、この間複雑に変化する応力配置に支配されて活動してきたものと思われる。
- (7) 後期更新世の後半から完新世にかけて本地域は急激な隆起を続けている。ただし、完新世に入ってから断層活動はそれ以前に比べて活発とはいえない。

本地域周辺がフィリピン海プレートとユーラシアプレート、もしくは北米プレートとの力学境界という考え方(中村・島崎, 1981; NAKAMURA *et al.*,

1984)が正しいとすれば、以上に述べた本地域の地層の変形過程は、そのような場での表層部付近におきる現象の好例といえよう。プレート運動を含めたより広域的な視点に基づく試論は ITO *et al.* (in press) で述べるが、本論の議論はプレートテクトニクスとは全く独立になされているので循環論に陥る危険はない。

## 文 献

- 天野一男・高橋治之・立川孝志・横山健治・横田千秋・菊池 純 (1986), 足柄層群の地質-伊豆微小大陸の衝突テクトニクス。北村 信教授記念論文集, 7-29.
- 足柄団体研究グループ (1986a), 足柄層群の層序と地質構造-足柄地域の第三系・第四系の研究(2)-。地球科学, **40**, 47-63.
- (1986b), 足柄層群の形成過程-足柄地域の第三系・第四系の研究(3)-。地球科学, **40**, 399-416.
- 星野一男 (1984), 応力場, 活断層と南部フォッサマグナのネオテクトニクス。第四紀研究, **23**, 117-128.
- ・長谷紘和 (1977), 神縄断層を切る南北性断層について。地質雑, **83**, 62-64.
- HUCHON, P. and KITAZATO, H. (1984), Collision of the Izu Block with central Japan during the Quaternary and geological evolution of the Ashigara Area. *Tectonophysics*, **110**, 201-210.
- 今永 勇 (1978), 足柄山地。昭和 53 年度全国地学教育研究会野外見学案内書, 14-22.
- (1985), 足柄層群分布地域西縁部の地質とテクトニクス。日本地質学会第 92 年学術大会講演要旨, 497.
- (1986), 足柄層群の層序と構造。月刊地球, **88**, 637-641.
- ITO, M. (1985), The Ashigara Group: a regressive submarine fan-delta sequence in a Quaternary collision boundary, north of Izu Peninsula, central Honshu, Japan. *Sediment. Geol.*, **45**, 261-292.
- 伊藤谷生・藤井敏嗣・由井将雄・上杉 陽・染野 誠・狩野謙一 (1985), 上部足柄層群生土火砕流(約 70 万年前)とその給源火山。火山, **30**, 319-320.
- ITO, T., KANO, K., UESUGI, Y., KOSAKA, K. and CHIBA, T. (in press), Tectonic evolution along the northernmost border of the Philippine Sea plate since about 1 Ma. *Tectonophysics*.
- 伊藤谷生・澤田臣啓 (1984), ESR 年代測定法における採用信号と資料採取幅。月刊地球, **58**, 247-252.
- ・————・田中竹延・上杉 陽・狩野謙一・田中 収・森 慎一・千葉達郎・米澤 宏・染野 誠 (1983), ESR 法による断層運動等の年代測定結果の検討。日本地質学会第 90 年学術大会講演要旨, 497.

- ・上杉 陽・狩野謙一・千葉達朗・米澤 宏・染野 誠・本間睦美 (1986), 最近 100 万年間における足柄—大磯地域の古地理変遷とテクトニクス. 月刊地球, **88**, 630-636.
- ITO, T., UESUGI, Y., YONEZAWA, H., KANO, K., SOMENO, M., CHIBA, T. and KIMURA, T. (1987), Analytical method for evaluating superficial fault displacement in volcanic air fall deposits: case of the Hirayama Fault, south of Tanzawa Mountains, central Japan, since about 21,500 years B.P. *Jour. Geophys. Res.*, **B10**, 10683-10695.
- 狩野謙一・伊藤谷生・木村敏雄 (1978), “神縄衝上断層”の伊豆—丹沢の断層系における意義. 第 15 回自然災害科学総合シンポジウム講演論文集, 89-92.
- ・———・上杉 陽 (1979), 神縄断層を切る塩沢断層系の性格と変位量. 第 15 回自然災害科学総合シンポジウム講演論文集, 315-31.
- ・恒石幸正・上杉 陽・伊藤谷生 (1980), リニアメントと断層(その 2)—地質調査からみた 2, 3 の実例—. 第 17 回自然災害科学総合シンポジウム講演論文集, 397-400.
- ・上杉 陽・伊藤谷生・千葉達朗・米澤 宏・染野 誠 (1984), 丹沢南部・大磯丘陵周辺における中期更新世以降の断層活動. 第四紀研究, **23**, 137-143.
- 加藤鉄之助 (1910), 相模国山北付近地質調査概報. 地調報告, **18**, 47-73.
- 小山真人 (1986), 伊豆半島の地史と足柄・大磯地域の更新世. 月刊地球, **90**, 743-752.
- KUNO, H. (1951), Geology of Hakone volcano and adjacent areas, Part II. *Jour. Fac. Sci. Univ. Tokyo*, Sec. II, VII, 257-279.
- 町田 洋・新井房夫・百瀬 貢 (1985), 阿蘇火山灰—分布の広域性と後期更新世示票層としての意義—. 火山, **30**, 49-70.
- ・松島義章・今永 勇 (1975), 富士山東麓駿河小山付近の第四系—とくに古地理の変遷と神縄断層の変動について—. 第四紀研究, **14**, 77-89.
- MATSUDA, T. (1978), Collision of the Izu-Bonin Arc with Central Honshu: Cenozoic tectonics of the Fossa Magna, Japan. *Jour. Phys. Earth*, **26**, Suppl., 409-421.
- 松島義章 (1982), 足柄層群中部・上部層の貝化石群集について. 国立科博専報, **15**, 53-64.
- ・今永 勇 (1968), 神縄逆断層について. 神奈川県博研報, **1**, 65-73.
- 中村一明・島崎邦彦 (1981), 相模・駿河トラフと沈み込み. 科学, **51**, 490-498.
- NAKAMURA, K., SHIMAZAKI, K. and YONEKURA, N. (1984), Subduction, bending and eduction. Present and Quaternary tectonics of the northern border of the Phillipine Sea Plate. *Bull. Soc. Geol. France*, **26**, 224-243.
- 佐藤 正 (1976), 中津川右横すべり断層系(新称). 地質雑, **82**, 617-623.
- 杉村 新 (1972), 日本付近におけるプレートの境界. 科学, **42**, 192-203.
- 丹沢団体研究グループ (1976), 丹沢山地のグリーンタフに関する研究—(その 3) 南西部地域の層序と構造. 地質学論集, **13**, 299-311.
- 染野 誠 (1985MS), 箱根火山北縁地域のネオテクトニクス. 静大教育修論, 94p.
- 津屋弘達 (1942a), 足柄層に就いて. 震研彙報, **20**, 316-321.
- (1942b), 神縄衝上断層の西翼に就いて. 震研彙報, **20**, 322-336.
- 上杉 陽・千葉達朗・米澤 宏 (1983), いわゆる国府津—松田断層について. 関東の四紀, **9**, 21-32.
- ・米澤 宏・千葉達朗・狩野謙一 (1981a), 川音川横すべり断層—大磯丘陵北西縁の活断層. 第四紀研究, **20**, 35-42.
- ・狩野謙一・伊藤谷生 (1981b), 丹沢山地南部—大磯丘陵の後期第四紀断層運動. 日本地質学会第 88 年学術大会巡検案内書, 73-86.

付録1 各地点における断層の性状一覧表(露頭位置は図7～9, 11参照).

- \* 1 a～k: 同一露頭内の断層(小断層を含む)
- \* 2 数字は磁北からの角度
- \* 3 Vs: 鉛直隔離, Ss: 走向隔離
- \* 4 Nu: 北側上昇, Wu: 西側上昇, Wd: 西側下降
- \* 5 R: 右横すべり, L: 左横すべり
- \* 6 R: 右横すべり, L: 左横すべり, Nor: 正, Rev: 逆, R-nor: 右横すべり正, R-rev: 右横すべり逆, L-nor: 左横すべり正, L-rev: 左横すべり逆
- \* 7 N3-1a～1c と共役

Appendix 1 Attitude of faults at each locality (see locations in Figs. 7, 8, 9 and 11)

- \* 1 a～k: faults in one outcrop (including minor faults)
- \* 2 angle from the magnetic north
- \* 3 Vs: vertical separation, Ss: strike separation
- \* 4 Nu: N-side upthrown- Wu: W-side upthrown, Wd: W-side downthrown
- \* 5 R: right-lateral, L: left-lateral
- \* 6 R: right-lateral, L: left-lateral, Nor: normal, Rev: reverse, R-nor: right-lateral with normal-slip, R-rev: right-lateral with reverse-slip, L-nor: left-lateral with normal-slip, L-rev: left-lateral with reverse-slip
- \* 7 conjugate fault with N3-1a～1c

* 1 Fault Name and Loc. No.	* 2 Strike	Dip	* 3 Sense of Separation		Striation (RAKE)	* 6 Slip
			* 4 Vs	* 5 Ss		
KT -1	N84W	50N	Nu	—	90	Rev
-2	N84W	49N	Nu	—	63W	R-rev
-3	N84E	56N	Nu	—	49W	R-rev
KT2-1	N56W	70N	Nu	—	65E	L-rev
-2	N64W	60N	Nu	—	5E	L-rev?
KT3-1	N60E	57N	Nu	—	84E	L-rev
-2	N78E	35N	Nu	—	—	—
KT4-1	N57W	55N	Nu	—	—	—
-2	N51W	45N	Nu	—	—	—
-3	N70W	45N	Nu	—	—	—
-4	N70W	65N	Nu	—	—	—
-5	N87W	16N	Nu	—	—	—
KT6-1	N42W	52E	Wd	—	—	—
KR1-1	N80E	65N	Nu	—	45W	R-rev
-2	N75E	72N	Nu	R	0	R
-3	N72E	72N	Nu	—	66W	R-rev
KR2-1	N70E	72N	Nu	—	—	—
-2	N80E	65N	Nu	—	—	—
KR3-1	E-W	90	Nu	—	—	—
KR4-1	E-W	90	Nu	—	—	—
KR5-1a	N75W	85S	Nu	—	20W	L-rev
-1b	E-W	75S	Nu	—	—	—
-1c	N80E	80N	Nu	—	—	—

Ks	-1	N38E	82W	Wu	L	54N	L-rev
	-2	N46E	70N	Wu	L	65E	L-rev
	-3	N57E	82N	Nu	L	22E	L-rev
	-4	N62E	90	Nu	L	45E	L-rev
	-5	N49E	74N	Nu	L	40E	L-rev
Ks'	-1	N58E	75N	Nu	L	52E	L-rev
S1	-1	N55E	50N	Nd	—	80W	L-nor
	-2a	N55E	54N	Nd	L	84W	L-nor
	-2b	N60E	65N	Nd	—	—	—
	3	N40E	75W	Wd	—	—	—
S2	-1a	N40E	86W	Wd	L	—	—
	-1b	N38E	82W	Wd	L	35S	L-nor
S3	-1	N40E	78W	—	L	—	—
	-2	N40E	80W	Wu	L	—	—
S4	-1	N40E	85W	Wu	L	—	—
	-2	N40E	85W	Wu	L	—	—
	-3	N40E	85W	Wu	L	—	—
	-4	N40E	85W	Wu	L	—	—
S5	-1a	N50E	55N	Nd	L	60W	L-nor
	-1b	N40E	52W	Wd	L	—	—
	-2	N40E	80W	Wd	L	40S	L-nor
	-3	N40E	80W	Nd	L	40S	L-nor
	-4	N20E	77W	Wd	L	45S	L-nor
	-5	N20E	85W	Wd	L	—	—
	-6	N20E	68W	Wd	L	—	—
-7	N30E	70W	Wd	L	—	—	
S6	-1	N60E	60N	Nu	L	—	—
	-2	N40E	80W	Wu	L	50N	—
	-3	N32E	75W	Wu	L	49S	L-nor
						51N	L-rev
	-4	N33E	66W	Wu	L	—	—
	-5	N26E	73W	Wu	L	40N	L-nor
	-6	N40E	90	Wu	L	40N	L-rev
-7a	N41E	76E	Wd	L	—	—	
-7b	N57E	64S	Nd	L	—	—	
S6'	-1	N20E	85W	Wd	L	—	—
S7	-1	N40E	72W	Wu	L	57N	L-rev
	-2	N50E	75N	Wu	L	—	—
	-3	N40E	75W	Wu	L	—	—
S8	-1	N34E	84W	Wd	L	—	—
	-2	N30E	80W	Wd	L	—	—
	-3	N30E	80W	Wd	L	—	—
	-4	N30E	80W	Wd	L	—	—
	-5	N30E	80W	Wd	L	—	—
S9	-1	N24E	84W	—	L	—	—
	-2	N30E	80W	—	L	—	—
	-3	N30E	80W	—	L	—	—
	-4	N20E	80W	—	L	—	—
	-5	N20E	80W	—	L	—	—
	-6	N35E	75W	—	L	—	—
S10	-1	N30E	75W	—	L	—	—
	-2	N30E	75W	—	L	—	—

	-3	N20E	80W	--	L	--	--
	-4	N30E	80W	--	L	--	--
S11	-1	N35E	75W	--	L	--	--
	-2	N20E	63W	--	L	--	--
	-3	N25E	58W	--	L	5N	L-rev
	-4	N55E	65N	--	L	--	--
	-5	N35E	75N	--	L	--	--
S12	-1a	N35E	86E	Wu	L	--	--
	-1b	N56E	90	Nu	L	--	--
	-2	N45E	90	Wu	L	--	--
	-3	N40E	90	Wu	L	--	--
S13	-1	N80E	58N	Nu	L	--	--
	-2a	N65E	70N	Nu	L	--	--
	-2b	N45E	90	Nu	L	--	--
	-3	N40E	87W	Wu	L	45N	L-rev
	-4	N58E	90	Nu	L	48E	L-rev
	-5a	N60E	70N	Nu	L	60E	L-rev
	-5b	N60E	78N	Nu	L	60E	L-rev
S14	-1	N65E	80S	--	L	--	--
	-2	N60E	90	--	L	--	--
	-3	N70E	80N	--	L	--	--
	-4a	N60E	80N	--	L	70W	L-nor
	-4b	N30E	55W	--	L	25S	L-nor
	-5	N20E	65W	--	L	60N	L-rev
S15	-1	N50E	85N	--	L	80N	L-rev
	-2	N50E	83N	--	L	--	--
S16	-1	N60E	45N	--	L	--	--
ST1	-1	N65E	48N	Nu	--	60E	L-rev
	-2	N85E	35N	Nu	--	80E	L-rev
ST2	-1	E-W	45N	Nu	L	--	--
P1	-1	N-S	90	Wd	R	10N	R-rev
P2	-1	N-S	90	--	R	--	--
P3	-1	N10E	68E	Wd	R	20N	R-rev
	-2	N-S	80E	Wd	R	10N	R-rev
	-3	N-S	80E	Wd	R	--	--
	-4	N7W	60W	Wd	R	--	--
P3'	-1	N10W	80W	--	R	10N	R-rev
						40S	R-nor
P4	-1	N10W	70W	--	R	--	--
P5	-1a	N-S	70W	Wd	R	--	--
	-1b	N15E	70E	Wd	R	--	--
	-1c	N-S	85E	Wd	R	--	--
	-1d	N5W	85W	Wd	R	--	--
	-1e	N30W	75W	Wd	R	--	--
	-1f	N15W	70W	Wd	R	25S	R-rev
	-1g	N10E	90	Wd	R	25N	R-rev
	-1h	N10W	90	Wd	R	--	--
	-1i	N13W	90	Wd	R	--	--
	-1j	N-S	90	Wd	R	--	--
	-1k	N10E	80E	Wd	R	--	--
P6	-1	N-S	80E	--	R	--	--
N1	-1a	N54W	76N	--	R	--	--

	-1b	N65W	65N	-	R	-	-
N2	-1a	N48W	65N	-	R	0	R
	-1b	N45W	90	-	R	-	-
	-1c	N30W	75E	-	R	-	-
	-1d	N30W	78W	-	R	-	-
N3	-1a	N60W	65N	-	R	-	-
	-1b	N60W	50S	-	R	-	-
	-1c	N40W	80E	-	R	-	-
	-2a	N20W	90	-	L	-	-
	-2b	N30W	75E	-	L	-	-